Niveau(x) d'enseignement : 3 Numéro EDUQ : 8970896
Centre d'intérêt : 841

Mathématique : fascicule H : utilisation de la calculatrice / Direction générale des programmes, Direction de la formation générale. -- [Québec] : Ministère de l'éducation, 1989, c1982.
41 p. ; 28 cm. -- (Guide pédagogique / Ministère de l'éducation du Québec, Direction générale des programmes. Primaire)

Code: 16-2300-08 ; 8889-1366. Bibliogr. : p. 40-41.

ISBN 2-550-04853-9

Vedette(s)-secondaire(s): Québec (Province). Ministère de l'éducation. Direction de la formation générale

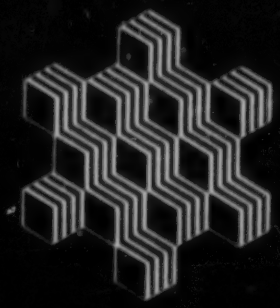
Descripteur(s): Mathématiques • Calculatrice • Guide pédagogique • Primaire (Ordre d'enseignement)

Destiné aux enseignants du primaire, ce guide pédagogique précise l'attitude du MEQ à l'égard de l'utilisation de la calculatrice en classe: il s'agit d'un matériel didactique, au même titre que le rapporteur d'angles ou la règle à calculer, que l'élève aurait avantage à connaître et qui pourrait lui permettre de faire des apprentissages et de développer des habiletés. Le guide suggère des activités d'enrichissement qui, surtout au deuxième cycle, devraient lui permettre de se familiariser avec la calculatrice. Sujets abordés: familiarisation des élèves avec le fonctionnement de la calculatrice; la calculatrice et l'apprentissage du calcul; la calculatrice et les objectifs du programme; la calculatrice et la résolution de problèmes; la calculatrice et la recherche de "régularités".

Type de document: d
Notice(s) connexe(s): 8970458, 8970094, 8970093, 8870772

8970896

guide pédagogique



PRIMAIRE

MATHÉMATIQUE
UTILISATION DE LA CALCULATRICE

FASCICULE H

Québec

guide pédagogique

PRIMAIRE

MATHÉMATIQUE UTILISATION DE LA CALCULATRICE

FASCICULE H

Direction générale des programmes
Direction de la formation générale

Ce guide pédagogique a été transmis au
Comité catholique, à titre d'information seulement, et
approuvé par le Comité protestant
du Conseil supérieur de l'éducation
les 24 septembre et 28 octobre 1981.

1re tirage: juillet 1982
2e tirage: janvier 1986
3e tirage: mars 1987
4e tirage: juillet 1988
5e tirage: février 1989

© Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation, 1982

ISBN 2-550-04853-9

Dépôt légal – deuxième trimestre 1982
Bibliothèque nationale du Québec

NOTE PRÉLIMINAIRE

La présente a pour objet de communiquer aux personnes concernées dans les commissions scolaires les vues du ministère de l'Éducation sur l'utilisation de la calculatrice à l'école primaire.

Le ministère de l'Éducation considère la calculatrice comme un matériel didactique au même titre que la règle à calculer ou le rapporteur d'angles. C'est un outil qu'un élève aurait intérêt à connaître et à savoir manipuler. Il lui permettra de faire des apprentissages et de développer des habiletés.

Il apparaît alors important de fournir aux élèves du primaire, du moins à ceux du deuxième cycle, des occasions de se familiariser avec la calculatrice. Le présent guide se propose d'ailleurs d'assister l'enseignant dans cette tâche en lui suggérant des activités d'enrichissement à vivre avec ses élèves en classe de mathématiques. Plusieurs enfants ont déjà pris contact avec cet outil qu'on trouve, semble-t-il, de plus en plus fréquemment dans les familles; certains ont en main une calculatrice qui leur appartient.

Dans ce contexte, il est souhaitable qu'on permette aux enfants, dans la mesure du possible, de se servir de leur propre calculatrice à l'école. Il appartiendra à l'enseignant d'un préciser les modes d'utilisation, de guider le cheminement de ses élèves et d'évaluer leurs apprentissages.

TABLE DES MATIÈRES

Page

PRÉSENTATION 1

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES 3
1.1 Calculatrices et jeux électroniques 3
1.2 Problématique 3
1.3 Résultats des recherches 3
1.4 Positions prises par certains organismes 4
1.4.1 L'APAME 4
1.4.2 Le N.C.T.M. 4
1.5 But du présent guide 5

CHAPITRE II

LA FAMILIARISATION DES ÉLÈVES AVEC LE FONCTIONNEMENT DE LA CALCULATRICE 6
2.1 Exploration libre 6
2.2 Exploration systématique 6
2.3 La calculatrice est un moyen, non une fin 7
2.4 Familiarisation de l'élève avec certains aspects particuliers de la calculatrice 7

CHAPITRE III

LA CALCULATRICE ET L'APPRENTISSAGE DU CALCUL 9
3.1 Remarques préliminaires 9
3.2 Apprentissages qui demeurent essentiels 9
3.3 Apprentissages qui perdent de l'importance 9
3.4 Apprentissages qui prennent de l'importance 10
3.4.1 Les nombres à virgule 10
3.4.2 Possibilité d'effectuer des calculs avec des nombres plus grands 10
3.4.3 Habileté à estimer 10
3.4.4 Habileté à vérifier des calculs 10
3.5 Quand est-il justifiable ou non d'utiliser la calculatrice pour effectuer un calcul? 11
3.5.1 Objectifs d'apprentissage visés 11
3.5.2 La nature des calculs à effectuer 11

CHAPITRE IV

LA CALCULATRICE ET LES OBJECTIFS DU PROGRAMME 12
4.1 Les objectifs de formation générale 12
4.2 Les objectifs mathématiques 13
4.2.1 Les nombres naturels et les fractions 13
4.2.2 Les nombres négatifs 14
4.2.3 Les opérations 15

CHAPITRE V

Page

LA CALCULATRICE ET LA RÉSOLUTION DES PROBLÈMES 17
5 1 Choix de problèmes plus réalistes 17
5 2 Rôle de la calculatrice dans l'élaboration d'une démarche de résolution de problèmes 18
5 3 Résolution de problèmes par essais successifs 20

CHAPITRE VI

LA CALCULATRICE ET LA RECHERCHE DE « RÉGULARITÉS » 23
6 1 Principes directeurs 23
6 2 Exemples d'activités sur la recherche de « régularités » 23
6 3 Conclusion 26

CHAPITRE VII

LA CALCULATRICE ET L'ENRICHISSEMENT DU PROGRAMME 27
7 1 Affichage de très grands et de très petits nombres sur la calculatrice 27
7 2 Opérations qui dépassent la capacité de la calculatrice 27
7 3 « Régularité » faisant intervenir les carrés des nombres naturels 28
7 4 « Régularité » faisant intervenir les nombres triangulaires 29
7 5 « Régularité » faisant intervenir les carrés des nombres naturels et les nombres triangulaires 30
7 6 « Régularité » faisant intervenir les palindromes 30
7 7 Recherche d'une racine carrée par essais successifs 31
7 8 Conclusion 32

CONCLUSION 33

ANNEXE I

LA CALCULATRICE DANS LES EXAMENS ET LES TESTS 34

ANNEXE II

FONCTIONNEMENT DE DIVERS MODÈLES DE CALCULATRICES 35
A 2 1 Comment afficher et effacer un nombre 35
A 2 2 Comment effectuer des opérations 35
A 2 3 Constante automatique 36
A 2 3 1 Opérations répétées 36
A 2 3 2 « Machines à fonction » (constante automatique) 36
A 2 4 Chaînes d'opérations 37
A 2 5 Caractéristiques d'affichage 37
A 2 6 Changement de signe 38
A 2 7 Utilisation de la mémoire 38
A 2 8 Choix des modèles à utiliser 39

BIBLIOGRAPHIE 40

PRÉSENTATION

Depuis quelque temps déjà, l'on s'interroge dans les milieux scolaires sur la convenance, l'utilité voire même la nécessité d'utiliser la calculatrice à l'école dans l'enseignement des mathématiques. S'il existe présentement, sur le sujet, une abondante littérature d'information et de réflexion, il semble, qu'en général, parents et enseignants sont peu au courant des possibilités et des avantages de l'utilisation de la calculatrice à des fins pédagogiques.

Quand on considère, dans l'enseignement de la mathématique, tout le temps qu'on accorde à l'acquisition et à la maîtrise d'habilités de calcul, on est en droit de se demander si on n'aurait pas mieux fait de consacrer une bonne partie de ce temps à des secteurs trop souvent négligés de la formation mathématique de l'enfant: géométrie, mesure, probabilités, statistiques, résolution de problèmes.

Il ne faut pas s'attendre, cependant, à trouver dans ce guide, des réponses définitives à toutes les questions que l'on peut se poser en cette matière. L'évolution des besoins de même que celle de la technologie sont tellement rapides, aussi bien dans la société en général que dans le monde de l'éducation en particulier, qu'il apparaît nécessaire ici de souligner le caractère provisoire des considérations et réflexions qui font l'objet du présent guide. S'il apparaît essentiel que les documents pédagogiques produits par le Ministère fassent l'objet de révisions périodiques, il faut admettre ici que cette nécessité est encore plus marquée dans le cas du présent guide, alors qu'une pédagogie de l'utilisation de la calculatrice au primaire ne fait que commencer à se préciser et que la technologie de cet instrument évolue à un rythme de plus en plus accéléré.

Dans quelle mesure cette évolution marquera-t-elle l'élaboration des prochains programmes et la pédagogie future des mathématiques? — Il est bien difficile de répondre à cette question de façon précise. On peut dire ici cependant et sans crainte de se tromper que l'utilisation de la calculatrice favorisera des changements importants d'attitudes et d'orientations dans l'enseignement des mathématiques. On veille à donc dès maintenant — c'est le but du présent document — à explorer les nouvelles avenues ouvertes par l'avènement de cet appareil.

CHAPITRE I

Considérations générales

1.1 Calculatrices et jeux électroniques

Il existe sur le marché une très grande variété d'appareils électroniques parmi lesquels on compte évidemment les calculatrices mais aussi les pseudo-calculatrices et les jeux électroniques de toutes sortes. Les pseudo-calculatrices se présentent sensiblement comme des calculatrices, sauf qu'elles ne donnent pas les réponses ou ne les donnent pas immédiatement. C'est l'utilisateur en effet, qui doit donner la réponse, l'appareil ne servant qu'à indiquer par un signal quelconque si cette réponse est bonne ou mauvaise. Certains modèles vont jusqu'à proposer des exercices aux enfants. Ceux-ci trouvent beaucoup de plaisir à « jouer » avec ce genre d'appareils tout en développant certaines habiletés en calcul mental. Cependant, leur utilisation n'est pratiquement limitée qu'à certains aspects seulement de l'apprentissage du calcul.

A signaler aussi, un type particulier de calculatrice: la calculatrice « parlante » à l'usage des aveugles. Il s'agit d'une calculatrice qui « dit » les entrées et les sorties en plus de les inscrire sur un tableau d'affichage.

Il existe enfin un autre genre d'appareils électroniques qui ne sont pas centrés sur le calcul mais qui ont pour objet de susciter chez l'enfant, l'établissement des stratégies de jeux qui font appel tantôt à l'esprit logique, tantôt à la mémoire. Ces jeux électroniques, pour intéressants qu'ils soient, ne devraient sans doute recevoir qu'un usage restreint à l'école.

1.2 Problématique

La calculatrice a maintenant droit de cité partout dans notre société. L'agent d'assurances, le vendeur d'automobiles, les techniciens dans tous les domaines s'en servent couramment dans l'exercice de leurs fonctions. Les enfants en reçoivent en cadeau; ils s'en servent à la maison pour faire leurs travaux scolaires.

Dans ce contexte, il n'est pas surprenant de voir les parents et les éducateurs s'interroger sur les orientations nouvelles que pourraient prendre l'enseignement du calcul dans les écoles avec l'introduction de la calculatrice. Pourquoi par exemple, s'acharner à faire acquérir aux enfants, pendant les six années du primaire, certaines habiletés opératoires dont ils n'auront sans doute jamais à se servir dans la vie? N'y aurait-il pas lieu plutôt de s'attarder davantage à la compréhension des opérations ou à l'acquisition d'habiletés à résoudre des problèmes? Doit-on s'attendre également à ce qu'on diminue l'importance accordée aux fractions ordinaires au profit des fractions décimales?

On peut même se demander si l'utilisation de la calculatrice au primaire ne pourrait pas contribuer à une meilleure compréhension de la *numération* et des *opérations*, tout en favorisant l'apprentissage des bases fondamentales du calcul — les recherches en ce sens sont nombreuses et probantes — et tout en favorisant l'acquisition d'une plus grande habileté à estimer.

Le présent document n'a pas la prétention d'avoir toutes les réponses à ces questions. Il apporte simplement des éléments de réflexion qui peuvent aider chacun à se faire une idée plus juste du problème et suggère des façons de le résoudre.

1.3 Résultats des recherches

Les questions posées dans le paragraphe précédent, des centaines de chercheurs se les sont posées aussi bien aux États-Unis[1] qu'en Europe[2] (particulièrement en Grande-Bretagne, en Allemagne et en Suède). Les résultats de leurs recherches sont très convergents. En aucun cas, les enfants soumis à ces recherches n'ont semblé accuser de retard dans le développement de leurs habiletés de calcul. On a même noté, dans certains cas, de légères améliorations — très peu marquées il est vrai — dans les habiletés de calcul et l'habileté à résoudre des problèmes.

1. Voir la bibliographie, numéros 18 et 19.
2. Voir la bibliographie, numéro 17.

Si dans l'ensemble, ces améliorations semblent relativement peu sensibles, les résultats obtenus sont suffisamment concluants pour apaiser les craintes que l'on pourrait entretenir relativement à l'usage de la calculatrice dans l'apprentissage du calcul. Il est intéressant de noter ici que les conclusions diffèrent très peu selon que les recherches portent sur des élèves du primaire ou du secondaire.

Alors, si la calculatrice ne nuit pas à l'apprentissage du calcul, si elle occupe déjà une place très grande dans la société au point que bientôt tous les enfants en auront une à leur disposition et si elle permet des ouvertures nouvelles et importantes dans l'enseignement de la mathématique, il faudrait sans doute accepter ce nouvel élément technologique de la pédagogie moderne et tenter d'initier l'enfant à une utilisation à la fois rationnelle et pratique de cet appareil pour lui permettre de mieux s'adapter à son univers futur.

1.4 Positions prises par certains organismes

1.4.1 L'APAME[1]

En 1976-77, l'APAME formait un comité chargé d'étudier le problème posé par l'utilisation possible de la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques dans les classes du primaire. Un rapport des travaux exécutés par ce comité est paru en mai 1977, qui fait état d'un sondage exécuté en cours d'année auprès d'un certain nombre d'enseignants, de conseillers pédagogiques et de directeurs d'école et qui recommande d'entreprendre des expérimentations dans ce domaine, tout en exprimant des réserves quant à la possibilité d'une introduction massive de ces instruments dans les écoles.

Plus récemment, à l'automne 1979, un autre comité, mis sur pied par la même association, se donnait pour tâche d'élaborer des fiches d'activités susceptibles de faciliter aux enseignants l'utilisation de la calculatrice en classe.

1.4.2 Le N.C.T.M.[2]

Un comité du « National Council of Teachers of Mathematics » chargé d'étudier le problème de l'utilisation de la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques, a dressé une liste des principaux avantages qu'on peut en retirer :

- On peut utiliser la calculatrice pour favoriser chez les enfants des démarches d'exploration et de découverte dans l'étude de concepts mathématiques.
- On peut utiliser la calculatrice pour aider les enfants à devenir des consommateurs avertis.
- On peut utiliser la calculatrice pour favoriser l'apprentissage des tables et des propriétés des quatre opérations.
- On peut utiliser la calculatrice pour favoriser la compréhension des algorithmes de calcul grâce à la répétition des opérations.
- On peut utiliser la calculatrice comme un instrument de vérification des calculs.
- On peut utiliser la calculatrice pour favoriser une plus grande autonomie de l'élève dans la résolution des problèmes.
- On peut utiliser la calculatrice comme un instrument capable d'aider l'élève à résoudre certains problèmes dont il n'aurait pu autrement trouver la solution.
- On peut utiliser la calculatrice pour trouver des « régularités » dans des suites de nombres.
- On peut utiliser la calculatrice pour réduire le temps consacré à certains calculs difficiles. »[3]

Le National Council of Teachers of Mathematics encourage donc l'utilisation de la calculatrice en classe aussi bien comme instrument de calcul que comme matériel pouvant servir à l'apprentissage de notions mathématiques.

« On seulement la calculatrice peut-elle réduire le temps requis pour la résolution d'un problème, mais elle permet par le fait même d'en résoudre un plus grand nombre, tout en favorisant d'autre

1. Association des promoteurs de l'avancement de la mathématique à l'élémentaire.
2. National Council of Teachers of Mathematics.
3. Traduction M.E.Q.

part la découverte et l'approfondissement de concepts nouveaux.

De plus, ce même organisme dans son programme d'action pour les années 80[1] recommande que tous les élèves puissent avoir en classe une calculatrice à leur disposition; que l'utilisation de la calculatrice fasse partie intégrante des programmes de mathématiques et qu'un effort de collaboration de la part des autorités scolaires et des parents puisse permettre une ligne d'action commune dans l'utilisation de cet instrument pour le plus grand bien des enfants. On suggère même de s'en servir non seulement dans l'enseignement des mathématiques mais également dans celui des autres matières lorsque l'occasion se présente.

1.5 But du présent guide

Dans les sections précédentes, on a voulu souligner la place de plus en plus importante occupée par la calculatrice dans la société en général et dans le monde scolaire en particulier. Pour certains, l'arrivée récente de la calculatrice et sa diffusion extrêmement rapide ont déjà bouleversé bien des habitudes et suscité maintes interrogations.

Le guide d'utilisation de la calculatrice en classe a surtout pour but:

1. d'initier les enseignants au fonctionnement de la calculatrice et aux particularités de certains types d'appareils (chapitre 2 et annexe 11);
2. de *montrer* où et comment la calculatrice pourrait s'insérer dans le programme actuel; en particulier, *d'identifier* les objectifs du programme d'enseignement que la calculatrice pourrait aider à atteindre et *d'indiquer* comment ceci pourrait se réaliser (chap. 3, 4, 5, et 6);
3. de donner quelques exemples d'activités *d'enrichissement* réalisables à l'aide de la calculatrice (chap. 7);
4. de présenter tout au long de ce document plusieurs modèles d'utilisation de la calculatrice;
5. de préciser les conditions d'utilisation de la calculatrice dans un examen (annexe I).

1. Voir la bibliographie, numéros 12 et 13.

CHAPITRE II

La familiarisation des élèves avec le fonctionnement de la calculatrice

Plusieurs enseignants désireux d'utiliser la calculatrice dans leur classe demeurent cependant perplexes devant les moyens à utiliser ou la démarche à entreprendre pour mettre cet instrument entre les mains de leurs élèves. Combien, se demandent-ils, faut-il de séances ou de leçons pour montrer aux élèves à se servir convenablement d'une calculatrice? Comment faut-il s'y prendre?

2.1 Exploration libre

Comme pour tout matériel didactique structuré, il convient, dans un premier temps, de permettre aux élèves de satisfaire la curiosité naturelle qu'ils éprouvent en face d'un tel matériel, surtout si ce matériel présente des composantes mécaniques ou électriques. Quand on connaît la fascination exercée sur les enfants par ce genre de matériel et le plaisir qu'ils peuvent ressentir à manipuler boutons et manettes, il semble essentiel de prévoir, en tout premier lieu, une phase d'exploration libre où chacun peut donner libre cours à sa curiosité, en effectuant des calculs, en tentant certaines opérations, en pressant des touches au gré de sa fantaisie. Souvent, au cours de ces explorations, l'élève découvre des pistes inattendues de recherches que le maître prendra soin de noter en vue d'exploitations futures.

2.2 Exploration systématique

Lorsque l'élève a eu tout le loisir d'explorer librement les diverses composantes de la calculatrice, il fait part à la classe de ses découvertes mais aussi des difficultés qu'il éprouve à comprendre certains fonctionnements de l'appareil. On oriente alors sa démarche vers une exploration plus systématique de l'appareil tout en se servant de consignes qui favorisent cette exploration. Dans cette phase, l'élève prend conscience de la puissance de l'outil qu'il a entre les mains et de l'efficacité dont il peut faire preuve en s'en servant.

Exemple 1:

« Sur ta calculatrice, affiche un nombre avec le plus de chiffres possibles. Combien de chiffres as-tu réussi à afficher? »

Exemple 2:

« Affiche un nombre quelconque, découvre ce qui se passe si tu appuies sur la touche [CE] (ou [C]). »

Exemple 3:

« Quelle est la *séquence* des touches sur lesquelles tu dois appuyer pour obtenir la somme des nombres 28 et 72? Compare ta réponse avec celle de tes camarades. »

Exemple 4:

« Calcule le produit 6 × 3 × 9 ou la somme 99 + 100 + 101 + 102 sur ta calculatrice. Est-il nécessaire de presser la touche [=] après chaque multiplication ou addition? »

Exemple 5:

« Appuie sur les touches [6] [+] [3] [CE] [7] [=] et note ce qui apparaît à l'affichage après avoir pressé chacune d'elle. »

« Maintenant, appuie sur les touches suivantes [6] [+] [3] [C] (ou [CE] deux fois) [7] [=] »

« Quelle est la différence entre les résultats obtenus en pressant les touches [CE] et [C] (ou de [CE] une fois et de [CE] deux fois)? »

Exemple 6:

« Sur la machine, calcule la valeur de l'expression

$$2 + 12 \div 3 \times 10$$

en suivant l'ordre des opérations successives indiquées. Compare ton résultat avec celui de tes camarades. »

Exemple 7:

« Essaie d'effectuer sur la calculatrice une opération telle que 6 — 0. Que se passe-t-il? Pourquoi? »

On peut imaginer beaucoup d'autres situations propres à favoriser des découvertes par les élèves.

2.3 La calculatrice est un moyen, non une fin

Il est bien évident qu'avec l'avènement de la calculatrice, il faut admettre l'importance de repenser certains objectifs d'enseignement concernant l'acquisition d'habiletés opératoires. Mais, dans cette remise en question, il faudrait veiller à ce qu'une nouvelle orientation de ces objectifs ne se fasse pas nécessairement et uniquement en fonction d'une simple machine. Il faut plutôt considérer la calculatrice comme un instrument de matériel didactique et, à ce titre, celle-ci doit favoriser les apprentissages plutôt que d'en faire l'objet.

La familiarisation des élèves avec le fonctionnement de cet appareil doit être axé sur leurs besoins, ou plutôt sur les usages qu'on entend faire avec eux de la calculatrice. Cette familiarisation s'accentuera au fur et à mesure que cela deviendra nécessaire.

2.4 Familiarisation de l'élève avec certains aspects particuliers de la calculatrice

Etant donné qu'il existe sur le marché un très grand nombre de modèles de calculatrices, on doit s'attendre à trouver en classe des calculatrices ayant des caractéristiques différentes et ne fonctionnant pas de la même manière. Par exemple, certains modèles *tronquent* le résultat des calculs alors que d'autres les *arrondissent*. De même, certaines calculatrices fonctionnent en respectant les règles conventionnelles de *priorité des opérations* alors que d'autres ne le font pas.

Il faut donc que le maître soit lui-même familier avec le maniement général de la calculatrice et qu'il soit capable d'aider l'élève à déchiffrer le manuel d'instructions qui accompagne chaque appareil. L'élève se doit de connaître raisonnablement le fonctionnement de sa propre calculatrice tout en se rendant compte que d'autres calculatrices fonctionnent différemment.

On peut penser que l'introduction des calculatrices en classe doit être accompagnée d'une forme ou d'une autre de recyclage pour le maître. Celui-ci peut toutefois entreprendre une démarche personnelle en consultant différents documents produits à son intention. Parmi ceux-ci on retrouve l'annexe II, du présent document, les manuels d'instructions qui accompagnent les calculatrices à l'achat, la fiche de travail 0 de la *Trousse de sensibilisation des enseignants du niveau primaire à l'utilisation de calculatrices à des fins pédagogiques*[1].

Il serait peut-être bon d'insister ici sur une des caractéristiques de la calculatrice qui, même pour un appareil simple, peut demander une attention particulière du point de vue didactique: la « mémoire ».

Si l'élève au primaire, éprouve de la difficulté à bien comprendre et à bien utiliser cette propriété de la calculatrice, le maître peut alors recourir à des activités de *simulation* dans lesquelles il tentera de faire visualiser ce qui se passe dans l'appareil. Dans l'activité proposée ici, l'objectif est d'illustrer le fonctionnement interne de la calculatrice et non de proposer un modèle de scénario à faire vivre en classe par les élèves.

Exemple 8:

On donne aux élèves l'exercice suivant:

$$(5 \times 73) + (37 \times 8)$$

Alors Jacques, par exemple, va déposer la multiplication 5 × 73 dans la *machine à calculer* (un enfant derrière un carton percé de deux fentes: l'entrée et la sortie). Il porte ensuite le résultat obtenu (365) dans la *boîte-mémoire* identifiée par M+ dont Carole est responsable. Jacques dépose ensuite la seconde multiplication dans la *machine à calculer* et porte le résultat obtenu (296) dans la *boîte-mémoire*

1. Voir la bibliographie, numéro 10.

M+. Dès que Carole reçoit le nombre 296, elle l'additionne à 365 et remplace ce dernier nombre par la somme obtenue, 661. Jacques peut alors actionner la sonnerie du timbre déposé à côté de la *boîte-mémoire* pour obtenir le résultat final de l'opération (661). Il est essentiel que Carole ne donne pas à Jacques son propre carton où est inscrit le nombre 661, mais que celle-ci lui remette plutôt un autre carton sur lequel elle aura recopié le nombre. De cette façon, même après que Jacques a reçu sa réponse, le nombre 661 demeure toujours dans la *boîte-mémoire*.

Les jeunes enfants sont fascinés par le merveilleux: ils se laissent facilement séduire par le fonctionnement d'une machine comme la calculatrice à laquelle ils sont tout prêts à accorder un certain pouvoir magique. C'est ce qu'il importe de démystifier chez l'enfant en aidant celui-ci à se faire la meilleure idée possible de la façon dont l'appareil fonctionne.

CHAPITRE III

La calculatrice et l'apprentissage du calcul

3.1 Remarques préliminaires

Si l'idée d'introduire la calculatrice dans l'enseignement primaire soulève de nombreuses réactions de la part des maîtres et des parents, ces réactions sont encore plus vives lorsqu'il est question de proposer l'utilisation de cet appareil aux écoliers du premier cycle. Les recherches sont d'ailleurs beaucoup moins nombreuses pour ce niveau. On aurait tort toutefois de conclure trop vite et à priori qu'il ne peut y avoir de place pour la calculatrice au premier cycle du primaire, surtout si une certaine prudence élémentaire accompagne les démarches faites en ce sens. Cependant, dans l'ensemble de ce document, on vise davantage et surtout une utilisation de la calculatrice au second cycle du primaire.

Cette réserve étant faite, il peut être souhaitable de faire le point sur les apprentissages essentiels que l'utilisation de la calculatrice ne saurait faire disparaître ou remplacer, sur les apprentissages qui perdent de l'importance dans ce contexte et sur les apprentissages qui devront être valorisés pour une utilisation valable de la calculatrice.

3.2 Apprentissages qui demeurent essentiels

(avec ou sans l'utilisation de la calculatrice)

Par apprentissages essentiels, il faut entendre ici, ceux qui demeurent et demeureront toujours indispensables pour assurer aux enfants une formation mathématique valable dans le domaine du nombre, quels que soient les démarches, les procédés ou même les instruments comme la calculatrice, auxquels on a recours. Voici à titre d'exemples, quelques-uns de ces apprentissages essentiels[1] :

- la compréhension de la numération;
- les nombres naturels;
- les nombres entiers relatifs;
- les fractions et les nombres à virgule (y compris l'équivalence de différentes notations);
- les tables d'addition et de multiplication;
- la multiplication et la division d'un nombre par (10), (100), (1 000), (0,1), (0,01);
- la connaissance du sens et des propriétés des opérations;
- etc.

Il est bien évident ici que l'utilisation la plus rationnelle qui soit de la calculatrice, ne saurait altérer l'importance de ces apprentissages et de ces acquisitions de connaissances.

3.3 Apprentissages qui perdent de l'importance[2]

Avec l'utilisation de la calculatrice, finis les calculs écrits, longs et fastidieux du genre:

$$\begin{aligned} 325{,}4 \times 0{,}0256 \\ 641{,}02 - 34{,}5 \\ 6\,357\,256 - 4\,287 \end{aligned}$$

La maîtrise des habiletés requises pour effectuer par écrit de telles opérations est longue à acquérir et plutôt stérile en termes de formation mathématique. Sans doute que le temps passé à acquérir de telles habiletés est beaucoup mieux employé à travailler à une meilleure compréhension du sens des opérations et de leurs propriétés et à appliquer ces opérations et leurs propriétés à la résolution de problèmes.

On pourrait en dire autant de calculs [illegible] sur des fractions non simples et non [illegible] du type $\frac{17}{4}$, $\frac{3}{15}$, etc. Pour ordonner [illegible] fractions, par exemple, il ne sera plus [illegible]aire de les réduire au même dénominateur, il suffira, grâce à la calculatrice, de les [illegible]n fractions décimales. Ceci ne veut pas, cependant, qu'on devra abandonner [illegible] des fractions ordinaires et des opérations sur ces nombres. Mais, on se limitera à des cas simples: $\frac{3}{4} + \frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$, $\frac{1}{4} + \frac{1}{2}$, ... Évidemment, la démarcation entre « fraction simple » et « fraction non simple » ou entre

1. On aurait avantage ici à consulter les fascicules du *Guide pédagogique (A à G)*, (documents 16-2300-01 à 16-2300-07).
2. Voir la Conclusion du présent document.

calcul simple et calcul élaboré n'est pas très nette. On gagnerait ici à se reporter aux objectifs du programme, lesquels sont un peu plus explicites à ce sujet. Il ne faut pas non plus mettre complètement de côté l'étude des algorithmes de calcul sur les fractions ordinaires. Les habiletés requises pour ce genre d'apprentissage reposent en effet en grande partie sur la compréhension du sens de la fraction et du concept de fractions équivalentes[1].

3.4 Apprentissages qui prennent de l'importance

3.4.1 Les nombres à virgule

La section précédente laisse deviner la place grandissante qu'on fait déjà et qu'on fera encore davantage aux nombres à virgule dans l'enseignement des fractions au primaire. L'implantation récente du SI dans les écoles n'est pas étrangère à ce glissement des préoccupations pédagogiques des maîtres vers cette forme d'écriture des nombres rationnels. On n'a qu'à penser à des expressions comme 2,5 kilogrammes, 1,75 mètre, 4,5 litres qu'on utilise maintenant tous les jours pour s'en rendre compte. De même, les opérations à effectuer seront beaucoup plus souvent du genre 2,5 × 1,25 que $2\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$.

3.4.2 Possibilité d'effectuer des calculs avec des nombres plus grands

Grâce à la calculatrice, il est maintenant possible d'effectuer des opérations sur des grands nombres. Il en résulte que les élèves peuvent s'attaquer à la résolution de problèmes plus réalistes, c'est-à-dire de problèmes dont la caractéristique n'est généralement pas de présenter des calculs simples. De plus, on peut s'attendre à ce que l'élève, passant moins de temps à effectuer des calculs, puisse résoudre un plus grand nombre de problèmes et acquière ainsi, par des exercices plus nombreux, une habileté plus grande à résoudre des problèmes.[2]

3.4.3 Habileté à estimer

Cette habileté dont l'acquisition a souvent été négligée dans le passé, prend dans le cas de l'utilisateur d'une calculatrice, une importance particulière. En effet, l'utilisation d'une calculatrice ne garantit pas toujours l'exactitude des résultats. Il est bon d'en calculer mentalement la valeur approximative afin de pouvoir déceler l'erreur toujours possible venant de touches mal utilisées ou d'un ordre perturbé dans la suite des opérations. Cette vérification se justifie d'autant plus que, généralement, la calculatrice ne garde aucune trace ni des entrées ni des calculs.

L'habileté à estimer est cependant une habileté complexe. Elle repose sur l'acquisition de nombreuses autres habiletés ou connaissances comme :

- une bonne connaissance du système de numération ;
- une bonne connaissance des tables d'addition et de multiplication ;
- l'habileté à multiplier et à diviser un nombre par (10), (100), (1 000), (0,1), (0,01) ;
- l'habileté à arrondir un nombre ;
- l'habileté à calculer mentalement.

Ainsi peut-on vérifier si le résultat de 19 × 7 813 = 148 447 est vraisemblable, en calculant approximativement 20 × 8 000 = 160 000.

3.4.4 Habileté à vérifier des calculs

Il serait par trop simpliste et peu stimulant de limiter l'utilisation de la calculatrice à la vérification des calculs oraux ou écrits. En effet, si l'on doit vérifier ces calculs à l'aide d'une calculatrice, pourquoi ne pas les effectuer directement avec cet appareil. Dans ce contexte, *l'habileté à estimer* peut permettre une certaine vérification de l'ordre de grandeur d'un résultat même si elle ne peut en garantir l'exactitude. De plus, si l'on veut vérifier les résultats obtenus à l'aide d'une calculatrice, par la calculatrice elle-même, il suffit :

— d'effectuer l'opération inverse,

---

1. Voir le *Guide pédagogique, fascicule E*, sur les fractions, (document 16-2300-05).
2. Voir le chapitre V du présent document.

— ou de reprendre l'opération, que ce soit de la même manière ou d'une façon différente.

La vérification constante des entrées, des calculs, et des résultats constitue une excellente habitude à acquérir dans l'utilisation de la calculatrice tout en contribuant au développement d'un certain esprit de rigueur dans la démarche de l'élève.

3.5 Quand est-il justifiable ou non d'utiliser la calculatrice pour effectuer un calcul?

La réponse à cette question dépend principalement de deux types de considérations: les objectifs d'apprentissage visés par le maître et la nature des calculs à effectuer.

3.5.1 Objectifs d'apprentissage visés

Si le maître veut développer ou évaluer chez l'enfant la maîtrise des algorithmes de calcul, l'utilisation de la calculatrice sera de bien peu de secours.

Mais si par contre il se propose, à titre d'exemple, de faire calculer par les élèves les moyennes individuelles que ceux-ci peuvent avoir obtenues en mathématique au cours du mois, le niveau d'apprentissage découlant de la répétition des mêmes opérations est plutôt bas et l'utilisation de la calculatrice est ici tout indiquée. D'une manière générale, on devrait autoriser voire même encourager l'utilisation de la calculatrice dans les applications concrètes, la résolution de problèmes, les démarches exploratoires.

3.5.2 La nature des calculs à effectuer

En 3.4.3, on a vu l'importance que peut prendre l'habileté à estimer les résultats dans l'utilisation de la calculatrice. On a vu également comment cette habileté complexe reposait sur d'autres habiletés comme le calcul mental. Ceci dit, on voit mal pourquoi l'élève utiliserait sa calculatrice pour effectuer des opérations simples comme $4 \div 7$, $72 - 24$, 4×13, etc.[1]. Encore une fois, il n'est pas facile de tirer une ligne pour séparer les calculs simples des calculs non simples[1]. En effet, les calculs suivants:

$$44\,444\,444 \div 22\,222\,222 = 2$$
$$15\,000 \times 40 = 600\,000$$
$$3\,800 + 6\,200 = 10\,000$$

sont-ils simples ou non simples?

D'une façon générale, on a remarqué que les élèves se rendent vite compte qu'ils n'ont pas toujours avantage à se servir d'une calculatrice pour effectuer leurs opérations et que certains calculs se font beaucoup plus rapidement dans la tête qu'avec l'appareil.

1. Voir le présent chapitre, section 3.3.

— ou de reprendre l'opération, que ce soit de la même manière ou d'une façon différente.

La vérification constante des entrées, des calculs, et des résultats constitue une excellente habitude à acquérir dans l'utilisation de la calculatrice tout en contribuant au développement d'un certain esprit de rigueur dans la démarche de l'élève.

3.5 Quand est-il justifiable ou non d'utiliser la calculatrice pour effectuer un calcul?

La réponse à cette question dépend principalement de deux types de considérations: les objectifs d'apprentissage visés par le maître et la nature des calculs à effectuer.

3.5.1 Objectifs d'apprentissage visés

Si le maître veut développer ou évaluer chez l'enfant la maîtrise des algorithmes de calcul, l'utilisation de la calculatrice sera de bien peu de secours.

Mais si par contre il se propose, à titre d'exemple, de faire calculer par les élèves les moyennes individuelles que ceux-ci peuvent avoir obtenues en mathématique au cours du mois, le niveau d'apprentissage découlant de la répétition des mêmes opérations est plutôt bas et l'utilisation de la calculatrice est ici tout indiquée. D'une manière générale, on devrait autoriser voire même encourager l'utilisation de la calculatrice dans les applications concrètes, la résolution de problèmes, les démarches exploratoires.

3.5.2 La nature des calculs à effectuer

En 3.4.3, on a vu l'importance que peut prendre l'habileté à estimer les résultats dans l'utilisation de la calculatrice. On a vu également comment cette habileté complexe reposait sur d'autres habiletés comme le calcul mental. Ceci dit, on voit mal pourquoi l'élève utiliserait sa calculatrice pour effectuer des opérations simples comme $4 + 7$, $72 - 24$, 4×13, etc.[1]. Encore une fois, il n'est pas facile de tirer une ligne pour séparer les calculs simples des calculs non simples[1]. En effet, les calculs suivants:

$$44\,444\,444 \div 22\,222\,222 = 2$$
$$15\,000 \times 40 = 600\,000$$
$$3\,800 + 6\,200 = 10\,000$$

sont-ils simples ou non simples?

D'une façon générale, on a remarqué que les élèves se rendent vite compte qu'ils n'ont pas toujours avantage à se servir d'une calculatrice pour effectuer leurs opérations et que certains calculs se font beaucoup plus rapidement dans la tête qu'avec l'appareil.

1. Voir le présent chapitre, section 3.3.

CHAPITRE IV

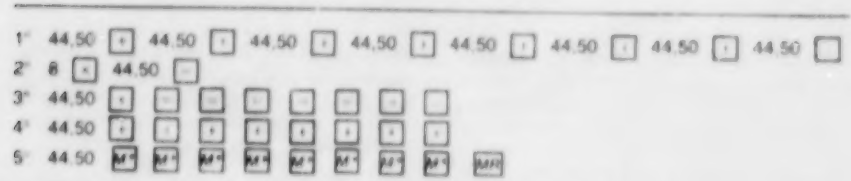
La calculatrice et les objectifs du programme

4.1 Les objectifs de formation générale

Le programme précise que les objectifs de formation générale tout en circonscrivant les apprentissages visés dans des domaines précis, « *ont été conçus comme devant être des préoccupations permanentes du maître, tant au moment de l'élaboration et de l'application de ses démarches pédagogiques, qu'au moment de leur évaluation* »[1]. C'est dire que ces objectifs doivent être atteints, non pas par des activités particulières, mais par un choix judicieux de situations d'apprentissage.

Or, il apparaît évident que les apprentissages visés par plusieurs de ces objectifs pourraient grandement profiter d'une utilisation judicieuse de la calculatrice. Les objectifs dont il est question ici concernent particulièrement des attitudes, des habiletés intellectuelles et des démarches mathématiques.

Ainsi, l'objectif « *Évaluer une démarche ou une solution pour un problème donné* »[2], de même que l'ensemble des objectifs intermédiaires qui l'accompagnent, concernent directement les plans de résolution et les séquences d'instructions élaborés en vue de résoudre des problèmes. Par exemple, pour résoudre le problème suivant, fort simple en soi : « Combien coûteront 8 paires de patins à 44,50 $ la paire? », certains élèves pourront présenter les étapes de solutions suivantes :



D'autres cas peuvent également se présenter. Ils varient selon l'imagination des individus et selon les particularités des calculatrices (surtout en ce qui concerne la constante automatique)[3].

Ayant tous ces exemples sous les yeux, la classe est ensuite amenée à se poser certaines questions :

— Chacune des solutions est-elle valide? (Chaque élève peut venir justifier sa solution.)
— Y en a-t-il une qui soit plus rapide? plus élégante? plus rigoureuse? plus simple?
— Y en a-t-il une qui fasse appel à un plus grand nombre d'habiletés?

Dans la démarche proposée ici, il est bien évident qu'on ne s'arrête pas à la seule réponse du problème. C'est un exemple de situation pédagogique où entrent implicitement en jeu des objectifs du domaine affectif, notamment « *Apprécier certains facteurs reliés à l'activité mathématique dans l'ordre de la rigueur et de l'esthétique* »[4].

Il est deux autres objectifs qui concernent des habiletés intellectuelles reliées à la démarche mathématique et qui méritent de retenir notre attention : « *Émettre des hypothèses et les vérifier* » et « *Généraliser à partir de cas particuliers* »[5]. Ces objectifs doivent être poursuivis

1. Voir le *Programme*, p. 10, (document 16-2300-00).
2. Voir le *Programme*, objectif 15, p. 20, (document 16-2300-00).
3. Voir l'Annexe II du présent document, en A.2.3.
4. Voir le *Programme*, objectif 2, p. 29, (document 16-2300-00).
5. Voir le *Programme*, objectif 18 et 19, p. 30, (document 16-2300-00).

à l'aide d'activités de support, et la calculatrice peut jouer un rôle important dans le déroulement de ces activités. Supposons, par exemple, que le maître (ou un camarade) ait introduit dans la calculatrice la constante suivante « + 0,75 » (ou 0,75 +) pour agir comme opérateur. Il s'agit alors pour les élèves de tenter d'identifier cet opérateur. On pourrait fort bien répondre, par exemple, que celui-ci correspond à « *trouver les $\frac{3}{4}$ de* », c'est-à-dire à exécuter les opérations : « - 4 » et « × 3 ». Cet exercice peut même se dérouler sous forme de jeu (avec ou sans compétition), un jeu, par exemple, dans lequel il s'agit de trouver l'opérateur utilisé pour avoir le droit, à son tour, d'en introduire un autre dans la machine. Il en est de même pour l'objectif qui invite à développer chez l'élève, des attitudes qui amènent celui-ci à « *accepter d'explorer des pistes de recherche nouvelles ou inconnues* »[1]. Comme les chapitres suivants, particulièrement le sixième et le septième, foisonnent d'exemples permettant de poursuivre cet objectif, qu'il suffise ici de faire référence à ces situations.

4.2 Les objectifs mathématiques

4.2.1 Les nombres naturels et les fractions

Un certain nombre d'objectifs du programme sont consacrés aux concepts de nombre et de numération. Il est probable que l'écolier qui utilise une calculatrice est déjà familier avec plusieurs de ces concepts. La calculatrice permet alors de consolider ces apprentissages en plaçant celui-ci devant de nouveaux défis, de nouveaux types de problèmes à résoudre.

Exemple 1 :

Demander à l'élève d'inscrire au tableau d'affichage de l'appareil, un nombre inférieur à 100 (par exemple 87), de multiplier ce nombre par 10 autant de fois qu'on peut le faire avec la calculatrice (4 ou 6 fois) et de lire chacun des nombres ainsi affichés.

Bien sûr, si la calculatrice le permet et si l'élève est capable de le faire, l'utilisation d'une fonction constante doit être encouragée.

Touches	Affichage	Lecture
87	87	quatre-vingt-sept
× 10 =	870	huit cent soixante-dix
× 10 =	8 700	huit mille sept cents
× 10 =	87 000	quatre-vingt-sept mille
× 10 =	870 000	huit cent soixante-dix mille
× 10 =	8 700 000	huit millions sept cent mille
× 10 =	87 000 000	quatre-vingt-sept millions

Par la suite, on demande à l'élève de renverser la procédure et de ramener, par une série d'opérations avec l'appareil, le nombre de départ (87) au tableau d'affichage. On peut alors pousser plus loin la démarche et lui poser la question suivante : Qu'arrive-t-il lorsqu'on divise 87 par 10 et le résultat encore par 10, etc.? Ainsi, par le biais d'un exercice qui vise à consolider le concept de la valeur de position, l'élève est confronté peu à peu, à son insu, aux notions de nombre à virgule[2].

1. Voir le *Programme*, objectif 3.2, p. 18, (document 16-2300-00).
2. Voir le *Guide pédagogique*, fascicule *E*, chapitres II et IV, (document 16-2300-05).

Touches	Affichage	Lecture
87	87	quatre-vingt-sept
÷ 10 =	8.7	huit, virgule sept
÷ 10 =	0.87	zéro, virgule quatre-vingt-sept
÷ 10 =	0.087	lecture en « épellation »
÷ 10 =	0.0087	idem[1]

Exemple 2:

Partager un certain nombre de dollars en parties égales:

a) 1 $ en 2 parts;
   1 $ en 4 parts;
   1 $ en 10 parts;
   1 $ en 100 parts;

b) 2 $ en 2 parts, en 4 parts, en 8 parts, en 10 parts.

c) 10 $ en 2 parts, en 4 parts, en 10 parts, en 20 parts.

d) . . . Et ainsi de suite, en « multipliant » les cas et en demandant à l'élève de noter pour chacun de ces cas, les nombres affichés par l'appareil de façon à ce qu'il puisse expliquer les résultats obtenus.

On conviendra que ces activités soulèvent très directement la relation entre les deux notations de nombres rationnels, mentionnées précédemment: la notation sous forme de rapport et la notation sous forme décimale.

Exemple 3:

• Ordonner des fractions:

Placer les fractions suivantes en ordre croissant, à l'aide de la calculatrice:

a) $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{2}$

b) $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$

c) $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{9}$

d) $\frac{1}{7}$, 0,5, $\frac{1}{2}$, 0,50

Exemple 4:

Multiplication et division de nombres à virgule dans des opérations comme:

$$0{,}5 \times 0{,}1 = 0{,}05 \quad \text{ou} \quad 2{,}5 \div 0{,}5 = 5$$

L'élève peut émettre des hypothèses et se livrer ensuite à des expérimentations pour tenter de découvrir les règles du déplacement de la virgule dans les divisions, ou les principes qui permettent ou non d'ajouter des zéros dans un nombre, sans en changer la valeur.[2]

4.2.2 Les nombres négatifs

Les exercices précédents mettent l'élève en contact avec les nombres décimaux. Au hasard de ses explorations avec la calculatrice, l'enfant peut rencontrer également et souvent très tôt, des nombres négatifs. L'élève pose alors des questions que le maître aurait tort de vouloir esquiver. Pour l'élève, il s'agit là de situations tout aussi intéressantes sinon plus que bien d'autres proposées par le maître. Ce dernier doit donc s'efforcer de le guider dans ses explorations en lui suggérant certaines consignes appropriées.

Exemple 5:

À l'occasion d'une soustraction comme 13 − 8 = 5, on demande aux élèves de renverser l'ordre des termes et de calculer, à l'aide de l'appareil, le résultat de la soustraction 8 − 13.

L'enfant découvre alors, non sans un certain étonnement, que sa calculatrice lui fournit quand même une réponse et qu'il peut même réussir à la justifier. Il répète d'autres exercices du même genre et à chaque fois, il obtient comme réponses des nombres précédés du signe « − ». C'est un premier contact avec des nombres qui lui étaient tout à fait inconnus auparavant, mais qu'il lui est maintenant loisible d'étudier.

---

1. Voir le chapitre VI du présent document, exemple 2, en 6.2
2. Voir le chapitre VI du présent document, exemple 3.

Exemple 6:

Introduire « + 1 = » dans la constante automatique[1].

Appuyer sur la touche « = ».

Observer les nombres affichés après chaque touche « = ».

Essayer de prévoir les nombres qui apparaîtront au tableau.

Après un certain nombre de cas, l'élève fera vraisemblablement la généralisation qui convient. Le maître devrait alors changer la consigne afin d'introduire la constante « − 1 » ou une opération équivalente et, à partir du nombre affiché, demander à l'élève de faire en sorte que la calculatrice affiche « 0 ». Il convient alors de lui demander ce qui arrive si l'on répète encore l'opération « − 1 ». On laisse alors l'élève formuler ses hypothèses, les expliquer, puis les vérifier. En faisant usage de la constante plusieurs fois et en recommençant avec une autre constante (par exemple « − 2 », « − 5 », « − 10 »), il en viendra à pouvoir deviner le nombre qui sera affiché même s'il n'est pas toujours capable de se justifier[2].

Exemple 7:

Calcul des écarts de température. On donne aux élèves le problème suivant:

Hier soir, il faisait 7° C. Durant la nuit, la température a baissé de 15° C. Qu'indique alors le thermomètre?

4.2.3 Les opérations

Comme la fonction d'une calculatrice est d'effectuer des opérations, il devient particulièrement intéressant d'examiner comment la calculatrice peut contribuer à l'acquisition de certains concepts ou habiletés qui sont en rapport avec ces opérations. Comprendre le sens d'une opération, c'est en quelque sorte pouvoir en décrire le but et le fonctionnement, mais c'est aussi pouvoir la situer dans les rapports que celle-ci peut avoir avec d'autres opérations.

Exemple 8:

Relation addition – soustraction:

$$23 + 17 - 17$$

Exemple 9:

Relation multiplication – division:

$$41 \times 52 \div 52$$

Exemple 10:

Relation addition – multiplication:

Additionner 435 huit fois et comparer cette somme avec le produit de 8 × 435.

Exemple 11:

Relation soustraction – division:

$$238 \div 38$$

Soustraire 38 de 238 autant de fois qu'il est possible et comparer avec le quotient de la division. Avec la calculatrice, on peut se servir de la constante automatique, par la répétition de la touche [=].

par écrit		avec la calculatrice[3]
238	38	
− 38	1	
200		238 − 38 = 200 (1)
− 38	1	
162		= 162 (2)
− 38	1	
124		= 124 (3)
− 38	1	
86		= 86 (4)
− 38	1	
48		= 48 (5)
− 38	1	
10		= 10 (6)

(on enlève 38 six fois et il reste 10).

Exemple 12:

Multiplication à l'aide de la calculatrice mais sans l'utilisation de la touche [×].

$$327 \times 23$$

---

1. Voir l'Annexe II du présent document, en A.2.3. (Si l'appareil n'a pas de constante automatique, il suffit de répéter l'opération « + 1 » un certain nombre de fois).
2. Voir le *Guide pédagogique, fascicule D*, à l'annexe I, (document 16-2300-04).
3. Avec certains appareils, il faudrait plutôt voir (− 38 + 238) au lieu de (238 − 38).

Exemple 13:

Division à l'aide de la calculatrice mais sans l'utilisation de la touche [=] :

5355 ÷ 357

Exemple 14:

Problèmes de divisions avec reste:

La calculatrice exprime le résultat d'une division sous forme de nombre décimal. On peut alors se demander comment on pourrait bien utiliser une calculatrice pour trouver le nombre de billes qui restent après avoir voulu en partager 238, entre 38 enfants.

La division (238 ÷ 38) peut s'écrire: 238 = (38 × ___) + ___ (sous la forme a = bq + r)' ou le reste « r » peut être 0 mais demeure toujours inférieur à « b ». Il s'agit donc de trouver le nombre, qui multiplié par 38, laisse un reste inférieur à 38. On cherche alors le plus grand multiple de « b » (38) qui soit immédiatement inférieur ou égal à un dividende « a » (238). On peut utiliser ou non la constante automatique:

avec la constante automatique	sans la constante automatique	commentaires
38 × 10 = 380	38 × 10 = 380	trop grand, car 238 − 380 < 0
5 = 190	38 × 5 = 190	trop petit, car 238 − 190 = 48 et 48 > 38
7 = 266	38 × 7 = 266	trop grand, car 238 − 266 < 0
6 = 228	38 × 6 = 228	nombre cherché, car 238 − 228 = 10 et 10 < 38

La démarche peut s'arrêter là, mais l'élève peut aussi la compléter et écrire:

$$\overbrace{6 \times 38}^{228} + 10 = 238$$

On peut encore se servir de la mémoire de la calculatrice et procéder ainsi:

	Touches utilisées	Affichage
1)	238	238
	[÷]	238
	38	38
	[=]	6.2631578
2)	6	6
	[×]	6
	38	38
	[=]	228
	[M]	228
3)	238	238
	[−]	238
	[MR]	228
	[=]	10

1. Voir le Guide pédagogique, Fascicule C, Chapitre 5, en 5.5. (Document 16-2300-03)

CHAPITRE V

La calculatrice et la résolution de problèmes

Il est certain que la calculatrice constitue un instrument très utile pour résoudre un grand nombre de problèmes en mathématique. Quant aux effets que la calculatrice pourrait avoir sur les enfants, concernant l'élaboration de démarches d'apprentissage ou l'établissement de stratégies de résolution de problèmes mathématiques, il semble encore trop tôt pour pouvoir affirmer quoi que ce soit de bien fondé à ce sujet.

En effet, la très grande majorité des recherches menées jusqu'ici ont porté sur l'influence que la calculatrice pourrait avoir sur le rendement des élèves en calcul[1]. Toutefois, récemment, certaines recherches ont été entreprises pour tenter de déterminer l'influence que pourrait exercer la calculatrice sur l'habileté des élèves à résoudre des problèmes mathématiques.

Dans l'état actuel des choses, il convient quand même de faire un certain nombre de considérations sur le rôle que pourra jouer la calculatrice dans la résolution de problèmes en mathématique.

5.1 Choix de problèmes plus réalistes

Lorsque les élèves disposeront d'une calculatrice, le nombre des calculs à effectuer et la complexité des données numériques ne constitueront plus un obstacle à la résolution d'un problème.

Une conséquence importante de cette nouvelle capacité de calcul des élèves est qu'on pourra leur proposer davantage de « problèmes réalistes » que par le passé : c'est-à-dire de problèmes mathématiques dont les données sont vraisemblables quant à leur ordre de grandeur et leur degré de précision et qui se posent effectivement, ou du moins qui pourraient raisonnablement se poser, dans la vie courante ou encore dans d'autres disciplines.

Il n'y a donc plus de raison pour qu'à l'avenir on propose aux élèves des problèmes dont les données numériques sont sans doute adaptées à leur capacité de calcul écrit ou mental, mais qui sont néanmoins tout à fait artificielles et irréalistes.

On peut aussi songer avec avantage à faire recueillir les données d'un problème par les élèves eux-mêmes (par exemple en leur faisant effectuer des mesures ou des enquêtes), sans craindre qu'ils ne se retrouvent avec des données numériques inutilisables à cause de leur complexité. Ce genre d'activités, en plus de présenter un intérêt intrinsèque, constitue aussi un instrument de motivation : on peut espérer que les élèves seront davantage intéressés à résoudre des problèmes dans lesquels ils utilisent leurs propres données.

En rédigeant des problèmes pour les élèves ou en préparant de nouveaux manuels scolaires, il faudrait dans l'avenir faire des efforts particuliers en ce sens, plus spécialement au second cycle du primaire.

Exemple 1 :
Un dictionnaire de 1 812 pages a une épaisseur de 7,2 cm. Quelle est l'épaisseur de chaque page ?
Trouve ensuite l'épaisseur d'autres sortes de feuilles de papier (papier journal, papier pelure, etc.).

Exemple 2 :
Combien de pas fais-tu lors d'une marche de 1 km ? Et lors d'une course de 1 km ? (par calcul, trouves-en une estimation la plus précise possible).

Exemple 3 :
Quelle quantité de peinture faudrait-il acheter pour peindre les murs et le plafond de ta salle de classe ?

Exemple 4 :
Une voiture consomme 9,8 litres d'essence par 100 km. Calcule le coût en essence d'un voyage de Montréal à Québec avec cette voiture.

1. Voir la bibliographie, numéro 19.

Exemple 5:

La terre parcourt, autour du soleil, une distance d'environ 934 400 000 km par année (365,25 jours). Combien de kilomètres parcourt-elle par jour?

Remarque: Dans les exemples précédents, les calculs sont suffisamment fastidieux pour justifier l'emploi d'une calculatrice. Il est entendu qu'on ne se sert pas d'une calculatrice lorsque le niveau de complexité des calculs ne justifie pas son usage. Évidemment, ce niveau de complexité peut varier avec les capacités de l'usager. Par exemple, un élève qui achève ses études primaires devrait être en mesure de résoudre un problème comme le suivant, sans avoir besoin d'une calculatrice: « Combien de tuiles de 1 cm^2 faut-il pour recouvrir un plancher de 3 m sur 5 m? ».

5.2 Rôle de la calculatrice dans l'élaboration d'une démarche de résolution de problèmes

Supposons qu'un élève doive résoudre le problème suivant et qu'il dispose d'une calculatrice.

Exemple 6:

La compagnie Autobec annonce les prix suivants pour la location d'une petite voiture:

PRIX RÉGULIER: 24,95 $ par jour
PRIX SPÉCIAL: 159,99 $ pour sept jours

Un touriste a loué une petite voiture chez Autobec pour une semaine au prix spécial annoncé. Combien a-t-il sauvé d'argent en comparaison avec le prix régulier?

Pour résoudre ce problème l'élève doit accomplir une série de tâches différentes[1].

Tout d'abord, il doit bien **comprendre la situation qui lui est proposée**.

Puis, il doit **concevoir un plan de résolution**. Il peut choisir, par exemple, le plan de résolution suivant:

Trouver le prix de location d'une petite voiture pour sept jours au prix régulier

↓

Calculer la différence entre le prix régulier trouvé et le prix spécial

1. Voir la fascicule C du *Guide pédagogique*, 7.2. (document 16-2300-03).

Il est évident que la calculatrice ne peut accomplir cette tâche à la place de l'élève.

De façon à pouvoir effectuer les calculs avec sa machine, l'élève doit ensuite traduire son plan de résolution en *une séquence d'instructions à exécuter avec la calculatrice (algorithme)* pour arriver au résultat cherché. Dans le problème précédent, l'élève peut, par exemple, traduire son plan de la façon suivante:

Touches utilisées	Affichage
24,95	24.95
×	24.95
7	7
=	174.65
−	174.65
159,99	159.99
=	14.66

Remarque: La touche [=] après la première opération peut être omise.

Il est évident que si le problème à résoudre est le moindrement complexe, l'élève doit bien réfléchir pour mettre au point une séquence d'instructions à exécuter avec la calculatrice qui soit à la fois correcte et efficace et qui tienne compte des particularités de l'appareil qu'il utilise. Certes, cette tâche peut être une nouvelle source d'erreurs, surtout à cause de la logique de la calculatrice, mais il faut y voir aussi un côté positif, car elle force l'élève à penser méthodiquement et avec ordre, à prévoir l'effet de différentes instructions et à s'habituer à la rigueur du langage propre à l'appareil qu'il utilise. Il est très important que l'élève prenne l'habitude d'écrire la séquence d'instructions qu'il se propose d'exécuter sur la calculatrice, sinon il ne conservera pas de trace des opérations effectuées.

La tâche suivante pour l'élève consiste *à exécuter sur son appareil la séquence d'instructions qu'il vient de choisir*. Il est clair ici que du point de vue de la rapidité, de l'efficacité et de la précision, l'élève qui dispose d'une calculatrice est nettement avantagé par rapport à celui qui doit exécuter ses calculs mentalement ou

par écrit (en autant bien sûr, que le plan de résolution et la séquence d'instructions qu'il a choisis antérieurement soient corrects).

Il s'ensuit que l'emploi d'une calculatrice peut améliorer l'attitude de beaucoup d'élèves à l'égard de l'activité de résolution de problèmes, en particulier de ceux qui sont faibles en calcul. En effet, soulagés du souci de calculs longs et fastidieux, ils se trouveront souvent moins anxieux et plus confiants face à certains problèmes mathématiques.

Il reste à l'enfant une dernière tâche à accomplir, celle de vérifier l'exactitude du résultat obtenu, ou du moins sa vraisemblance. Même lorsqu'on se sert d'une calculatrice, la vérification des résultats garde toute son importance, puisqu'il peut encore se glisser plusieurs types d'erreurs durant la résolution d'un problème, mais cette vérification devient moins fastidieuse. L'enseignant doit donc veiller à ce que cette étape ne soit pas négligée en classe, comme cela a souvent été le cas lorsque les calculs étaient exécutés à la main.

Si l'on tient à vérifier l'exactitude d'un résultat il faut refaire tous les calculs, en suivant la même suite d'instructions ou, de préférence, une autre qui lui soit équivalente. Souvent, on se contente de ne vérifier que la vraisemblance d'un résultat, c'est-à-dire qu'on se contente de vérifier si ce résultat apparaît sensé dans le contexte du problème.

Remarque 1: Comme cela a été mentionné précédemment, l'emploi d'une calculatrice soulage l'élève du souci d'effectuer des calculs longs et fastidieux. Face à un problème, il peut alors plus facilement concentrer son attention sur la compréhension du problème, sur la recherche d'une stratégie de résolution et sur la vérification des résultats obtenus.

Remarque 2: Un élève qui se sert d'une calculatrice a à sa disposition un instrument d'une capacité de calcul et d'une rapidité bien supérieures à celles que l'on acquiert normalement après plusieurs années d'étude à l'école. On peut donc s'attendre à ce que, dans l'avenir le temps nécessaire à résoudre certains types de problèmes diminue considérablement.

Il est souhaitable que le temps sauvé en classe, grâce à l'emploi de la calculatrice, soit utilisé à faire résoudre une plus grande variété de problèmes aux élèves et à leur faire examiner plus en profondeur chaque problème résolu (par exemple, en leur faisant comparer les différentes façons qu'ils ont trouvées de résoudre un même problème).

On peut espérer qu'en augmentant la qualité et la variété des expériences de résolution de problèmes mathématiques vécues par les élèves, on favorisera le développement de leur habileté dans ce domaine.

Voici quelques autres problèmes qui servent à illustrer le rôle de la calculatrice dans une activité de résolution de problèmes.

Exemple 7:

On veut acheter 30 boîtes de jus de tomate. Elles se vendent à 2 pour 0,49 $, ou bien en paniers de 6 pour 1,35 $. Combien va-t-on épargner en achetant les boîtes de jus en paniers de 6?

Pour résoudre ce problème, on peut, par exemple, adopter le plan suivant:

Trouver le prix de 30 boîtes achetées par paquets de 2

↓

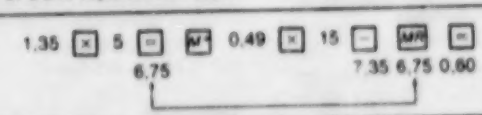
Trouver le prix de 30 boîtes achetées en paniers de 6

↓

Faire la différence des deux prix trouvés

Il s'agit donc d'effectuer la chaîne d'opérations: $(1,35 \times 5) - (0,49 \times 15)$. On peut noter les résultats partiels sur papier, ou se servir de la **mémoire** de la machine.

Pour cela il suffit d'introduire dans la calculatrice la séquence d'instructions suivante:



ou encore la séquence

0,49 [×] 15 [−] [M+] 1,35 [×] 5 [−] [M+] [MR]
7,35 6,75 0,60

On obtient comme résultat 0,60 $. Pour en vérifier l'exactitude, on peut, par exemple, faire appel à la commutativité de la multiplication : 15 × 0,49 et 5 × 1,35.

Il est intéressant de noter que le problème aurait pu être résolu en prenant comme point de départ la comparaison entre le prix d'un panier et celui de 3 paquets de 2.

Plan de résolution :

Trouver le prix de 6 boîtes achetées par paquets de 2

↓

Faire la différence entre le prix trouvé et 1,35 $

↓

Multiplier le dernier résultat par 5 (n. de paniers pour 30 boîtes)

Il s'agit donc d'effectuer la chaîne d'opérations

$$[(0{,}49 \times 3) - 1{,}35)] \times 5$$

et d'exécuter la séquence d'instructions

0,49 [×] 3 [−] 1,35 [=] [×] 5 [=]

(Résultat : 0,60)

(Si la calculatrice ne donne pas de priorité à la multiplication sur la soustraction, il n'est pas nécessaire de presser la touche [=] avant la dernière multiplication).

Exemple 8 :

Un marchand a payé 4 367,24 $ pour des chapeaux valant 67,47 $ pièce et 3 031,20 $ pour d'autres chapeaux valant 21,05 $ pièce. Si, au bout d'un mois, il a vendu les trois quarts des premiers et les deux tiers des seconds, combien lui reste-t-il de chapeaux en magasin ?

PLAN DE RÉSOLUTION

Trouver le nombre de chapeaux du premier groupe

↓

Trouver le nombre de chapeaux qui restent du premier groupe au bout d'un mois

↓

Trouver le nombre de chapeaux du second groupe

↓

Trouver le nombre de chapeaux qui restent du second groupe au bout d'un mois

↓

Trouver le nombre total de chapeaux qui restent au bout d'un mois

On obtient donc la chaîne d'opérations :

$$(4\,367{,}24 \div 67{,}47) - 4) + (3\,031{,}20 \div 21{,}05) \times 3$$

qui correspond à la séquence suivante d'opérations à exécuter :

4 367,24 [÷] 67,47 [−] 4 [M+] 3 031,20 [÷] 21,05 [−] 3 [M+] [MR]

D'autres façons de procéder existent qui peuvent être plus simples mais qui par contre peuvent difficilement se faire en une seule séquence d'opérations.

5.3 Résolution de problèmes par essais successifs

Il est probable que l'emploi de calculatrices, dans l'avenir, ait une certaine influence sur les méthodes choisies par les élèves pour résoudre leurs problèmes mathématiques.

C'est ainsi que la méthode de résolution par essais successifs (ou « par essais et erreurs ») devrait recevoir beaucoup plus d'attention et être utilisée davantage que par le passé. En voici quelques exemples.

Exemple 9:

Dans une ferme se trouvent des poules et des lapins. En tout, il y a 38 têtes et 128 pattes. Combien y a-t-il de poules et de lapins?

Il y a en tout 38 animaux. Le nombre de lapins est égal à 38 diminué du nombre de poules. À l'aide de la calculatrice on complète la ligne suivante:

	poules	lapins	pattes de poules	pattes de lapins	total des pattes
1re essai:	19	19 (38 − 19)	38	76	114

On n'obtient ainsi que 114 pattes (au lieu de 128). Il faudrait plus de pattes, donc plus de lapins, donc moins de poules.

2e essai:	10	28 (38 − 10)	20	112	132
3e essai:	12	26 (38 − 12)	24	104	128

Il y a donc 12 poules et 26 lapins.

Exemple 10:

Trouve deux nombres entiers consécutifs dont le produit est égal à 3 906.

Puisque 10 × 10 = 100 et 100 × 100 = 10.000, les deux nombres se trouvent entre 10 et 100.

1er essai: 50 × 51 = 2 550
2e essai: 75 × 76 = 5 700
3e essai: 60 × 61 = 3 600
4e essai: 64 × 65 = 4 160
5e essai: 62 × 63 = 3 906

Les deux nombres sont 62 et 63.

C'est une première façon de résoudre le problème. En voici une deuxième:

				1er nombre		2e nombre
1er essai:	3 906	M	÷	50	=	78,12
2e essai:		RM	÷	55	=	71,018 181
3e essai:		RM	÷	60	=	65,1
4e essai:		RM	÷	62	=	63

Exemple 11:

Un diable, assis au bout d'un pont, fait la proposition suivante à un voyageur: « À chaque fois que tu traverseras ce pont, je doublerai la somme d'argent que tu possèdes, mais tu me paieras 24 $. »

Le voyageur accepte. Il traverse le pont trois fois. Immédiatement après la troisième traversée, le diable double la somme en possession du voyageur; celui-ci se retrouve alors avec 24 $, qu'il se voit obligé de remettre au diable, de sorte que le pauvre voyageur reste sans le sou. Combien d'argent le voyageur avait-il au tout début?

	somme d'argent du voyageur au début	somme d'argent du voyageur après trois traversées
1er essai	25	32
2e essai	24	24
3e essai	22	8
4e essai	20	8
5e essai	21	0

À chaque essai, dans ce problème on exécute la séquence d'instructions suivante:

Montant initial: [×] 2 [−] 24 [=] [×] 2 [−] 24 [=] [×] 2 [−] 24 [=]

Cette façon de résoudre le problème est relativement simple. Elle a aussi l'avantage de faire découvrir aux élèves que l'aventure du voyageur aurait pu se terminer bien différemment s'il avait eu plus d'argent au départ. En effet, si, au départ, le voyageur avait eu en sa possession 24 $, on constate assez curieusement, du reste, que cette somme n'aurait pas varié d'une traversée à l'autre. Bien plus, si ce montant avait été de plus de 24 $, alors il se serait enrichi aux dépens du diable.

Remarque 1: Dans la méthode « par essais successifs », les essais peuvent être faits plus ou moins au hasard au début. Généralement grâce à diverses observations et déductions, il y a moyen de rendre le procédé plus systématique et plus efficace. Néanmoins il est important que les élèves se sentent bien à l'aise de faire des tentatives pour « deviner » la solution d'un problème, sans crainte des erreurs qu'ils vont commettre. Par expérience, ils deviendront de plus en plus habiles à utiliser cette méthode.

Remarque 2: La disponibilité de la calculatrice facilite grandement l'emploi de la méthode « par essais successifs », qui est conceptuellement très simple, mais qui demande beaucoup de calculs répétitifs. Traditionnellement on a eu tendance à négliger ce procédé, voire même à l'interdire en classe. On peut s'attendre à ce que dans l'avenir cette tendance soit renversée. En effet, en plus d'être très efficace pour résoudre certains problèmes — c'est parfois la seule méthode accessible aux élèves du cours primaire — cette méthode peut faciliter l'introduction du concept de fonction (voir l'exemple 11) et préparer les élèves à l'utilisation de certains algorithmes d'approximations successives que ceux-ci rencontreront dans leurs études secondaires.

CHAPITRE VI

La calculatrice et la recherche de « régularités »

6.1 Principes directeurs

Percevoir des « régularités » dans des suites d'éléments et dégager des règles qui leur donnent naissance constituent une des habiletés les plus fondamentales de l'esprit humain dans le processus d'abstraction des concepts. Les généralisations faites à partir de cas particuliers, relèvent en bonne partie de cette habileté. On voit donc toute l'importance qu'il faut attacher à cette dimension de l'apprentissage non seulement en mathématique mais dans tous les secteurs de l'apprentissage.

Cependant, si l'on s'arrête au seul domaine de la mathématique, l'élève, quel que soit son âge, peut explorer plus facilement et avec beaucoup plus d'intérêt, des situations qui lui permettront d'améliorer sa connaissance du nombre, de la numération, des opérations et de leurs propriétés. Il pourra ainsi développer son aptitude à explorer certaines situations mathématiques simplement pour le plaisir de découvrir les structures qui les sous-tendent et la satisfaction de « jouer » avec les règles de ces structures.

Le programme de mathématique reconnaît l'importance de ce genre d'activités lorsqu'il inscrit comme objectif général, l'exploration et l'apprentissage par l'enfant de « *régularités* », *de structures mathématiques dans les domaines du nombre*, ...[1] L'enseignant se doit donc de créer une certaine ambiance (matériel, activités) propre à favoriser le développement de cette habileté à découvrir des « régularités » dans des situations données. La calculatrice rend accessible aux enfants un grand nombre de ces situations qui favorisent la recherche de « régularités ». Dans ce genre d'activités, l'élève développe son *esprit d'observation, son habileté à émettre des hypothèses, à les soumettre à l'expérimentation et même à les justifier*.

6.2 Exemples d'activités sur la recherche de « régularités »

Voici à titre d'exemples quelques suggestions d'activités que l'on peut proposer aux élèves et dans lesquelles ceux-ci peuvent s'exercer à la démarche proposée dans le paragraphe précédent.

Exemple 1:

L'exemple proposé ici s'adresse aux élèves du premier cycle. Le maître leur remet des calculatrices après y avoir introduit la constante « + 1 ». Cette activité ne peut malheureusement pas se faire avec tous les types de calculatrices. Certaines calculatrices en effet, n'ont pas la faculté d'opérer une constante automatique pour l'addition et la soustraction (il importe donc de bien vérifier dans le manuel d'instructions si l'appareil qu'on veut utiliser à cette fin jouit de la caractéristique désirée)[2]. Le maître oriente ensuite le travail des élèves de la façon suivante:

— « Tu n'appuies que sur la touche [=]
— Observe bien ce qui se passe.
— Quel nombre obtiens-tu?
— Essaie de prévoir les nombres qui apparaissent à l'affichage quand tu presses la touche [=]
— Tu nous raconteras ce que tu auras découvert ».

Pour rendre cette activité plus profitable, le maître devra voir à ce que l'élève aligne sa démarche sur le schème d'apprentissage suivant:

- observation
- formulation d'hypothèses
- expérimentation
- justification

1. Voir le *Programme*, objectif 10, p. 12, (document 16-2900-00).
2. Au sujet de la constante automatique, consulter le manuel d'instruction de la calculatrice. Voir aussi l'Annexe II du présent document, en A.2.3.

1. Observation

L'élève a l'occasion de remarquer certaines « régularités » dans la suite des nombres naturels.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Ainsi dans la position des unités, les chiffres se suivent toujours de la même façon. Il en est de même dans la position des dizaines.

2. Hypothèses de généralisation

L'élève sera sans doute en mesure d'imaginer que la propriété observée est généralisable (dizaines, centaines, milliers).

3. Expérimentation

L'élève peut observer le moment précis où le chiffre des dizaines apparaît ou se trouve modifié; il aura peut-être la curiosité d'expérimenter ce phénomène pour les chiffres des centaines, voire ceux des mille.

4. Justification

Pour faire suite à ses observations, l'élève avait prédit certains résultats qu'il a pu vérifier par ses expérimentations. Il est maintenant généralement en mesure de dire, par exemple, que chaque fois qu'on ajoute une unité à 9, on obtient une autre dizaine qui s'ajoute à celles déjà obtenues.

Ce genre de « régularités » a bien des chances de fasciner les élèves. Il est assez facile d'imaginer des variantes à cette activité. Avec la même constante (« + 1 »), on peut ensuite introduire dans la machine un nombre quelconque de 1, 2 ou 3 chiffres et presser la touche [=] . Ensuite on appuiera sur la touche [=] . On peut reprendre la même activité mais avec « − 1 », « + 2 », « + 5 », ou « + 10 » comme constantes.

Exemple 2:

Cette activité s'adresse particulièrement à l'élève qui commence à étudier l'algorithme de la multiplication. Le maître ou peut-être même l'élève introduit la constante « × 10 » dans la calculatrice. Voici des exemples de suggestions que le maître peut faire à ses élèves pour orienter leur travail:

— « Ta calculatrice est maintenant programmée pour multiplier par 10 tous les nombres que tu lui donneras.
Tu introduis un nombre d'un chiffre dans la machine et tu presses la touche [=] .
— Note le nombre que tu as introduit et celui que tu as obtenu.
— Refais la même chose avec des nombres de 1, 2, 3 . . . chiffres.
— Essaie de prévoir les nombres qui apparaissent quand on presse la touche [=] .
— As-tu observé une « régularité »?
— Peux-tu énoncer une règle pour la multiplication de n'importe quel nombre par 10?
— Tu nous feras part de tes découvertes ».

L'élève peut assez facilement, à partir de ses **observations**, **énoncer sous forme d'hypothèse** la règle bien connue de l'écriture du « zéro », se livrer à une série **d'expérimentations** pour juger du bien fondé de cette hypothèse et pouvoir la **justifier** le cas échéant, à l'aide d'un matériel comme les blocs « multibases » ou les réglettes Cuisenaire. Il aura peut-être même le goût d'aller plus loin en cherchant et en expérimentant les règles de la multiplication par 100 ou 1 000 et de la division par 10, 100, 1 000, . . .

Exemple 3:

L'activité qui suit s'adresse à des élèves qui abordent l'étude de la multiplication des nombres décimaux. À ce propos, voici des exemples d'intervention que le maître peut faire auprès d'eux, dans ce genre de situation.

— « Tu choisis deux nombres; par exemple 243 et 581.
Tu peux modifier la valeur de ces nombres à l'aide d'une virgule décimale. Par exemple, 243 peut devenir 24,3 ou 2,43 ou 0,243.
— Avec la calculatrice, tu multiplies ces deux nombres modifiés ou non.
— Note les nombres introduits dans la machine et les résultats obtenus.
— Répète l'expérience avec les mêmes nombres mais en modifiant leur valeur.
— Fais la même chose avec d'autres nombres.

— Peux-tu percevoir une « régularité » ?
— Peux-tu énoncer une règle qui pourra t'aider à multiplier des nombres décimaux?
— Tu nous feras part de tes découvertes ».

Ici les **observations** seront probablement plus nombreuses et les **hypothèses** plus divergentes. La nécessité de **mettre ces hypothèses à l'épreuve** n'apparaîtra que plus nécessaire aux élèves d'autant plus qu'en certains cas le ou les zéros qu'on obtient dans les derniers chiffres du produit et qui ne paraissent pas à l'affichage peuvent sembler en contradiction avec les **hypothèses** énoncées. Ainsi, l'élève qui tente de vérifier que « le nombre de décimales obtenues au produit est égal à la somme des décimales de chacun des facteurs devra pouvoir **justifier** les résultats suivants : »

2,25 · 4,8 = 10,8
14,5 · 3,36 = 48,72
62,5 · 0,16 = 10
etc.

Exemple 4:

Cette activité s'adresse aux élèves du second cycle qui connaissent déjà la table de multiplication. Voici comment le maître peut poser le problème à ses élèves :

— « Inscris un nombre de 1 ou 2 chiffres au tableau d'affichage de la calculatrice.
— Appuie dans l'ordre sur les touches [ ] [4] [ ] [ ] [ ] [ ] [=] [=] [=] [=] [=] ... jusqu'à ce que tu voies apparaître à l'affichage, un des nombres suivants: 0, 1, 2, 3.

Observation

— Note le nombre inscrit et le nombre plus petit que 4 que tu as trouvé.
— Répète l'expérience avec d'autres nombres.

Hypothèse

— En inscrivant un nombre, peux-tu prévoir le nombre que tu obtiendras à la fin?

Expérimentation

— Vérifie si tu obtiens les nombres que tu avais prévus.

Justification

— Dis-nous pourquoi tu es capable de prédire ces nombres.

En se livrant à cette activité, l'élève peut observer qu'il soustrait plusieurs fois le nombre 4 du nombre inscrit au départ, au tableau d'affichage de l'appareil. S'il compte le nombre de fois qu'il soustrait 4, il effectue en fait une division par 4. Le premier nombre inférieur à 4 obtenu à la fin est le reste des soustractions successives ou de la division par 4. Ce reste est un des éléments de l'ensemble {0, 1, 2, 3} qui engendre les classes résiduelles de « modulo 4 ». L'élève peut même ici formuler des hypothèses d'une plus grande généralisation en expérimentant d'autres activités comportant des soustractions successives de 2, de 3, de 5, etc.

Exemple 5:

L'activité proposée ici s'adresse à des élèves du second cycle. On y utilise la constante automatique pour la multiplication[1]. Voici des exemples de suggestions pour les aider à franchir de façon valable les différentes étapes de cette activité.

Observation

— « Effectue avec ta calculatrice : [2] [×] [1] [=] [=] [=] ...
— Observe et note les transformations subies par le chiffre des unités. Tu devrais obtenir une séquence de chiffres qui se répète continuellement.
— Quelle séquence obtiens-tu en effectuant [2] [×] [2] [=] ?
— Refais l'expérience avec 2 · 3, 2 · 4.

Hypothèse

— Peux-tu deviner ce que tu obtiendrais avec 2 · 5, 2 · 6, ... ?

Expérimentation

— Vérifie ta réponse à l'aide de la calculatrice.

Justification

— Explique pourquoi tu obtiens ces résultats.

Hypothèse

— Si tu refais l'expérience avec les séries 3 · 1, 3 · 2, 3 · 3, ... ou 4 · 1, 4 · 2, 4 · 3, ... peux-tu deviner ce que tu obtiendrais comme résultats?

Expérimentation

— Vérifie tes réponses à l'aide de la calculatrice.

Justification

— Explique ces résultats à tes camarades ».

---

1. Voir [illegible] du présent document, en A.2.3.
2. Voir [illegible] du présent document, en A.2.3.

Pour terminer cette série d'exemples, voici quelques propositions d'exercices concernant la recherche de « régularités ». Dans ces exercices, l'élève devrait, après quelques *observations* faciles, pouvoir *émettre une hypothèse* sur la série à développer, mettre cette hypothèse à l'épreuve dans une *expérimentation* serrée et ensuite tenter de *justifier* les résultats obtenus. On peut voir ici le rôle utile que peut jouer la calculatrice dans la recherche de certains résultats.

---

1. $11 \times 11 = 1 \ldots 1$
   $12 \times 11 = 1 \ldots 2$
   $13 \times 11 = 1 \ldots 3$

   $18 \times 11 =$

   $23 \times 11 =$
   $52 \times 11 =$
   $35 \times 11 =$
   $41 \times 11 =$
   Etc.

*2.a) $\frac{1}{3} = 0.3333333$; $\frac{1}{33} =$ _____; $\frac{1}{333} =$ _____; .....

b) $\frac{1}{9} =$ _____; $\frac{1}{99} =$ _____; $\frac{1}{999} =$ _____; .....

c) $\frac{1}{11} =$ _____; $\frac{1}{111} =$ _____; $\frac{1}{1111} =$ _____; .....

3.a) $37 \times 3 =$
   $37 \times 6 =$

b) $77 \times 13 =$
   $77 \times 26 =$

c) $9 \times 9 + 7 =$
   $98 \times 9 + 6 =$
   $987 \times 9 + 5 =$

6.3 Conclusion

Quand l'élève est à la recherche de « régularités », sa curiosité est en éveil et les résultats souvent inattendus qu'il obtient stimulent son esprit de découverte et lui procurent un certain degré de satisfaction personnelle qu'il ne se prive pas d'exprimer. Il se peut même que dans une situation donnée, celui-ci ne puisse dégager aucun schème de « régularité », du moins aucun schème facile à identifier. Ce n'est pas mauvais qu'on puisse se rendre compte que de telles situations se présentent fréquemment.

L'utilisation de la calculatrice par l'élève dans ce domaine ne peut que lui être bénéfique puisqu'elle lui permet d'explorer certaines situations qui autrement lui seraient fermées à cause des calculs longs et fastidieux qu'elles auraient exigés. Et comme ces activités favorisent l'approfondissement des principaux concepts mathématiques de nombre, de numération et d'opérations, on doit les encourager dans la mesure du possible.

---

* Les égalités obtenues ici dans le numéro 2, à l'aide de la calculatrice, ne sont en vérité que des approximations. Dans un contexte plus rigoureux, il faudrait plutôt écrire

$\frac{1}{3} \simeq 0.3333333$

CHAPITRE VII

La calculatrice et l'enrichissement du programme

Dans les chapitres précédents, il a été question de la calculatrice comme instrument pour aborder ou pour traiter des notions qui figurent dans le programme d'enseignement. Voici maintenant quelques exemples d'activités et de thèmes permettant d'*enrichir le programme actuel* à l'aide de la calculatrice, plus particulièrement au second cycle du primaire.

7.1 Affichage de très grands et de très petits nombres sur la calculatrice

On peut poser aux élèves des questions comme les suivantes :

— « *Quel est le nombre le plus grand que tu peux afficher sur ta calculatrice?* »[1]

Les élèves [illegible] à afficher 99999999.

— « *Comment [illegible]* »

La réponse n'est pas si simple :

— « *Connais-tu un nombre [illegible] 999999999? Par exemple, sais-tu combien vaut [illegible] 999 + 1? Peux-tu effectuer cette addition sur ta calculatrice?* »

L'opération demandée dépasse la capacité de l'appareil, un « signal d'erreur » apparaît à l'écran[2].

— « *Affiche le nombre 0. Maintenant essaie d'afficher sur ta calculatrice le plus petit nombre possible plus grand que 0.* »

Cette question entraîne une réflexion sur la relation d'ordre dans les nombres décimaux.

— « *Est-il possible d'afficher sur ta calculatrice des nombres plus petits que 0?* »

Voilà une occasion de parler de nombres négatifs [illegible]

Les questions précédentes amènent les élèves à afficher de très grands et de très petits nombres. Elles leur fournissent des occasions de réfléchir sur les principes de la numération et de prendre conscience de certaines limitations de la calculatrice.

Pour faire travailler l'élève avec des grands nombres sur sa calculatrice, on peut également poser des problèmes du genre suivant :

— « *Quel est ton âge en années? En mois? En semaines? En jours? En heures? En minutes?* »

— « *Mesure la longueur d'une rangée de cinq pièces de « un cent ». Quelle serait la longueur d'une rangée de pièces de « un cent » qui irait de Québec à Montréal (250 km environ)?* »

— « *Choisis un livre de lecture. Estime combien il y a de mots et de lettres dans ce livre. Recommence avec un livre très gros (une encyclopédie, l'annuaire du téléphone, etc.).* »

7.2 Opérations qui dépassent la capacité de la calculatrice

La capacité d'une calculatrice, bien que très grande, est donc limitée. C'est une constatation importante [illegible] est aussi une source de défis à relever. [illegible]atrice, par exemple, ne peut effectuer l'addition suivante :

56 357 482 735
\+ 35 866 739 576

Est-on obligé de l'effectuer complètement par écrit?

Une brève réflexion montre que non. On peut se servir de la calculatrice pour obtenir les sommes partielles

56 357	et	482 735	
+ 35 866		+ 739 576	
92 223		1 222 331	

Il ne reste maintenant qu'à effectuer l'addition suivante, par écrit ou mentalement :

92 223 000 000
\+ 1 222 331
92 224 222 331

L'utilisation de cette technique exige une réflexion sur la valeur positionnelle des chiffres (afin de compléter 92 223 par six zéros), ainsi

1. Voir l'Annexe II du présent document, en A.2.5.
2. Voir le chapitre IV du présent document, en 4.2.2.

que sur le fonctionnement de l'algorithme d'addition (afin de reconnaître que le premier chiffre de 1 222 331 est une retenue qui doit s'additionner au dernier chiffre de 92 223).

À cause du type de raisonnement qu'ils requièrent, les problèmes qui demandent de dépasser la capacité d'une calculatrice sont intéressants tant du point de vue pédagogique que du point de vue pratique.

Voici un problème analogue au précédent, mais qui concerne la multiplication. Il s'agit d'effectuer

$$\begin{array}{r} 123\,462 \\ \times\ 358\,731 \end{array}$$

On peut se servir de la calculatrice pour obtenir les produits partiels

$$\begin{array}{r} 123\,462 \\ \times\ \quad 731 \\ \hline 90\,250\,722 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{r} 123\,462 \\ \times\ \quad 358 \\ \hline 44\,199\,396 \end{array}$$

Il ne reste alors qu'à calculer la somme suivante.

$$\begin{array}{r} 90\,250\,722 \\ +\ 44\,199\,396\,000 \\ \hline 44\,289\,646\,722 \end{array}$$

Une partie de cette dernière addition peut être exécutée à l'aide de la calculatrice.

$$\begin{array}{r} 90\,250 \\ +\ 199\,396 \\ \hline 289\,646 \end{array}$$

On remarque à nouveau la mise en jeu d'une série de connaissances à propos du système de numération, et de certaines propriétés de l'addition et de la multiplication (en particulier celle de la distributivité).

7.3 « Régularité » faisant intervenir les carrés des nombres naturels[1]

1. Observation

On observe que :

1
$1 + 3 = 4$
$1 + 3 + 5 = 9$
$1 + 3 + 5 + 7 = 16$
$1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25$
$1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 = 36$
$1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + 13 = 49$

2. Formulation d'une hypothèse

On remarque la « régularité » suivante : la somme des 2 premiers nombres impairs est égale à 2^2, celle des 4 premiers nombres impairs est égale à 4^2, etc. Cela suggère l'hypothèse : « La somme des n premiers nombres impairs est égale à n^2 ». (Évidemment il n'est pas nécessaire que l'enfant formule son hypothèse en ces termes-là).

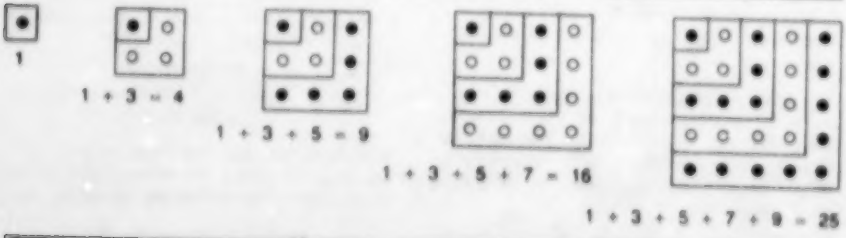
3. Expérimentation

En supposant que l'hypothèse précédente soit vraie, on devrait obtenir, par exemple : $1 + 3 + 5 + \ldots + 19$ = somme des 10 premiers nombres impairs = 10^2 et $1 + 3 + 5 + \ldots + 39$ = somme des 20 premiers nombres impairs = 20^2. À l'aide d'une calculatrice, on vérifie qu'il en est bien ainsi, ce qui rend l'hypothèse plus plausible.

4. Justification

La série de figures suivantes suggère une façon simple de justifier l'hypothèse.

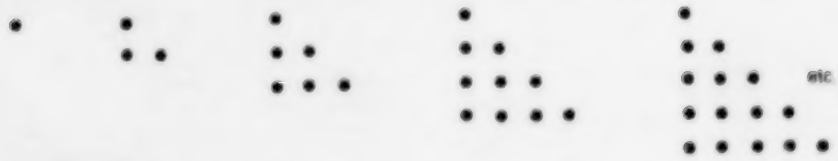
1. Voir le *Guide pédagogique*, fascicule C, sur les nombres naturels, chapitre VI, (document 16-2300-03).



7.4 « Régularité » faisant intervenir les nombres triangulaires[1]

1. Observation

En calculant le nombre de « jetons » dans chacun des « triangles » suivants:



on obtient

$$1 = 1$$
$$1 + 2 = 3$$
$$1 + 2 + 3 = 6$$
$$1 + 2 + 3 + 4 = 10$$
$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$$
$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21$$
$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28$$

2. Formulation d'une hypothèse

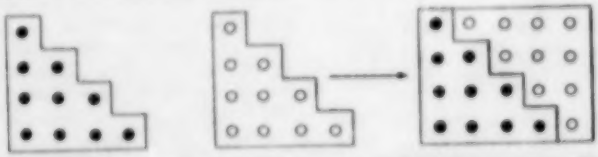
En examinant attentivement chacun des nombres 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, ... (appelés « nombres triangulaires »), on observe la « régularité » suivante: $1 + 2 + 3 = \frac{3 \times 4}{2}$, $1 + 2 + 3 + 4 = \frac{4 \times 5}{2}$, etc. Cela suggère l'hypothèse: « la somme des n premiers nombres naturels positifs est égale à $\frac{n \times (n + 1)}{2}$ ».

3. Expérimentation

En supposant que l'hypothèse précédente soit vraie, on devrait obtenir par exemple: $1 + 2 + 3 + \ldots + 86$ = somme des 86 premiers nombres naturels positifs $= \frac{86 \times 87}{2}$. A l'aide d'une calculatrice, on vérifie qu'il en est bien ainsi, ce qui rend l'hypothèse plus probable.

4. Justification

Voici une illustration de ce qui se passe dans le cas où $n = 4$.



Donc: $1 + 2 + 3 + 4 = \frac{4 \times 5}{2}$

Il est évident que l'on peut procéder de la même façon peu importe la valeur de « n ». L'hypothèse est donc justifiée.

1. Voir le Guide pédagogique, fascicule C, sur les nombres r... ers, chapitre VI. (document 16-2306-03)

7.5 « Régularité » faisant intervenir les carrés des nombres naturels et les nombres triangulaires[1]

1. Observation

On observe que :

$1 + 3 = 4$
$3 + 6 = 9$
$6 + 10 = 16$
$10 + 15 = 25$
$15 + 21 = 36$

2. Formulation d'une hypothèse

On arrive facilement à formuler l'hypothèse : « La somme de deux nombres triangulaires consécutifs est égale au carré d'un nombre naturel ».

3. Expérimentation

En supposant que l'hypothèse précédente soit vraie, on devrait obtenir, par exemple :

$28 + 36$ ——— le carré d'un nombre naturel
$55 + 66$ ——— le carré d'un nombre naturel
$91 + 105$ ——— le carré d'un nombre naturel

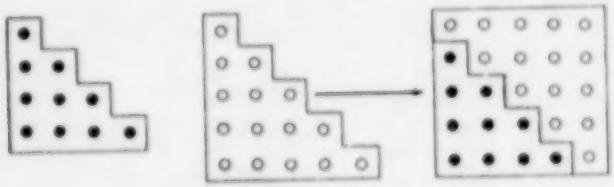
À l'aide d'une calculatrice, on vérifie qu'il en est bien ainsi, ce qui rend l'hypothèse plus probable, puisque :

$28 + 36 = 64 = 8^2$
$55 + 66 = 121 = 11^2$
$91 + 105 = 196 = 14^2$

4. Justification de l'hypothèse

L'expérience acquise au cours des deux activités précédentes suggère un moyen de justifier cette hypothèse : on représente deux nombres triangulaires consécutifs et on les juxtapose de façon à obtenir un carré.

Voici une illustration de ce qui se passe dans le cas des nombres triangulaires 10 et 15 :



Donc : $10 + 15 = 5^2$

Il est évident que l'on peut procéder de la même façon avec deux nombres triangulaires consécutifs quelconques. L'hypothèse se trouve donc justifiée.

7.6 « Régularité » faisant intervenir des palindromes

Un palindrome est un nombre naturel qui se lit de la même façon de gauche à droite ou de droite à gauche. Exemples : 4114, 393, 6.

On écrit un nombre naturel quelconque qui n'est pas un palindrome. Ensuite, on réécrit ce nombre en le lisant de droite à gauche. On additionne les deux nombres. Si la somme n'est pas un palindrome, on recommence le processus à partir du résultat obtenu.

1. Voir le *Guide pédagogique*, fascicule C, sur les nombres naturels, chapitre VI. (document 16.2300.03)

1. Observation

Exemples

a) 379 → 1 352
· 973 · 2 531
1 352 3 883 *(3883 est un palindrome)*

b) 2 981 → 4 873 → 8 657 → 16 225
· 1 892 · 3 784 · 7 568 · 52 261
4 873 8 657 16 225 *68 486* *(68486 est un palindrome)*

2. Formulation d'une hypothèse

Après avoir examiné plusieurs exemples, on est naturellement amené à formuler l'hypothèse :
« Le processus décrit ci-dessus aboutit toujours à un palindrome, quel que soit le nombre naturel choisi au départ »

3. Expérimentation

À l'aide de la calculatrice, on examine d'autres exemples, de façon à vérifier l'hypothèse dans un plus grand nombre de cas et de la rendre plus plausible.

Exemple

15 670 → 23 321
· 07 651 · 12 332
23 321 35 653 *(35653 est un palindrome)*

4. Justification

Fait surprenant, personne n'a encore réussi à établir le caractère universel de cette hypothèse.

7.7 Recherche d'une racine carrée par essais successifs

Voici un problème que l'on peut proposer à des élèves dont la calculatrice ne possède pas de touche $\sqrt{\ }$:

« Quel est le nombre qui, multiplié par lui-même, donne 20? Trouve-le avec le plus de précision possible à l'aide de la calculatrice. »

Dès le départ, on peut dire que *le nombre cherché est compris entre 4 et 5*, étant donné que $4 \times 4 = 16$ (inférieur à 20) et que $5 \times 5 = 25$ (supérieur à 20).

Il semble que le nombre cherché se trouve plus près de 4 que de 5, donc probablement entre 4 et 4,5. On vérifie avec la calculatrice que $4 \times 4 = 16$ et que $4{,}5 \times 4{,}5 = 20{,}25$, ce qui confirme que *le nombre cherché est compris entre 4 et 4,5*.

Il semble maintenant que le nombre cherché se trouve beaucoup plus près de 4,5 que de 4, donc probablement entre 4,4 et 4,5. On vérifie avec la calculatrice que $4{,}4 \times 4{,}4 = 19{,}36$ et que $4{,}5 \times 4{,}5 = 20{,}25$, ce qui confirme que *le nombre cherché est compris entre 4,4 et 4,5*.

On continue ainsi à essayer de cerner de plus en plus près le nombre cherché, en faisant des essais successifs avec sa calculatrice:

	ESSAIS	LE NOMBRE CHERCHÉ EST DONC COMPRIS	
1)	4 × 4 = 16 5 × 5 = 25	ENTRE 4	ET 5
2)	4 × 4 = 16 4,5 × 4,5 = 20,25	ENTRE 4	ET 4,5
3)	4,4 × 4,4 = 19,36 4,5 × 4,5 = 20,25	ENTRE 4,4	ET 4,5
4)	4,45 × 4,45 = 19,8025 4,5 × 4,5 = 20,25	ENTRE 4,45	ET 4,5
5)	4,48 × 4,48 = 20,0704	ENTRE 4,45	ET 4,48
6)	4,47 × 4,47 = 19,9809	ENTRE 4,47	ET 4,48
7)	4,475 × 4,475 = 20,025625	ENTRE 4,47	ET 4,475
8)	4,473 × 4,473 = 20,007729	ENTRE 4,47	ET 4,473
9)	4,472 × 4,472 = 19,998784	ENTRE 4,472	ET 4,473
10)	4,4725 × 4,4725 = 20,003256	ENTRE 4,472	ET 4,4725
11)	4,4724 × 4,4724 = 20,002361	ENTRE 4,472	ET 4,4724
12)	4,4723 × 4,4723 = 20,001467	ENTRE 4,472	ET 4,4723
13)	4,4722 × 4,4722 = 20,000572	ENTRE 4,472	ET 4,4722
14)	4,4721 × 4,4721 = 19,999678	ENTRE 4,4721	ET 4,4722
15)	4,47215 × 4,47215 = 20,000125	ENTRE 4,4721	ET 4,47215
16)	4,47214 × 4,47214 = 20,000036	ENTRE 4,4721	ET 4,47214
17)	4,47213 × 4,47213 = 19,999946	ENTRE 4,47213	ET 4,47214
18)	4,472135 × 4,472135 = 19,999991	ENTRE 4,472135	ET 4,47214
19)	4,472137 × 4,472137 = 20,000009	ENTRE 4,472135	ET 4,472137
20)	4,472136 × 4,472136 = 20	ENTRE 4,472135	ET 4,472136

Le nombre cherché est donc approximativement égal à 4,472136. Plusieurs calculatrices ne peuvent fournir plus de précision ...

7.8 Conclusion

En terminant ce chapitre, il convient de souligner que les activités d'enrichissement qui ont été suggérées ici ne sont qu'un maigre échantillon du très vaste répertoire que l'on retrouve dans la littérature concernant les calculatrices[1]. Actuellement, il n'est pas facile de juger de la juste valeur pédagogique de chacune de ces activités, faute de rapports d'expériences suffisamment nombreux et détaillés. La tâche des prochaines années est de multiplier de telles expériences.

Entre temps, tout en gardant à l'esprit la nécessité d'exercer une certaine prudence, et dépendamment de la disponibilité des calculatrices, tous les enseignants de second cycle qui le souhaitent sont invités à proposer dès maintenant à leurs élèves un certain nombre d'activités d'enrichissement faisant appel à la calculatrice.

1. Voir Bibliographie

Conclusion

Il ne s'agit plus de se demander si l'on doit ou non introduire la calculatrice à l'école mais bien plutôt de voir comment on peut s'en servir dans l'enseignement des mathématiques. Le présent document a justement pour but de mettre en évidence les dimensions pédagogiques de cette utilisation aussi bien dans l'application des données du programme que dans l'exploration d'éléments d'enrichissement qui n'en font pas expressément partie.

Il est bien entendu que l'utilisation de la calculatrice ne saurait dispenser les élèves de l'apprentissage des combinaisons fondamentales d'addition et de multiplication puisqu'on s'accorde à dire que l'utilisation de la calculatrice devrait s'accompagner obligatoirement d'une plus grande habileté à faire des approximations de calcul et que celles-ci peuvent difficilement s'opérer sans la maîtrise de certains automatismes de base.

Un usage répandu de la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques au primaire pourrait même influencer la conception et les orientations des futurs programmes. Ainsi, il est permis de se demander si les nombres décimaux et les entiers relatifs ne seront pas introduits plus tôt dans les classes et si les puissances, la racine carrée et les nombres à plus de six chiffres ne seront pas inscrits dans la liste des objectifs de ces futurs programmes. Le champ des applications mathématiques s'en trouverait sans doute fort élargi et plus diversifié. Un accent plus prononcé devrait alors être placé sur les habiletés à estimer et à arrondir des résultats pendant que d'autre part, on pourrait fort bien diminuer l'importance accordée à la maîtrise des habiletés algorithmiques sur les quatre opérations fondamentales. On aurait ainsi plus de temps à consacrer aux activités de géométrie, de probabilités, de statistiques et de résolution de problèmes. Enfin, on pourrait devancer et accélérer l'apprentissage de certains aspects de la numération et des opérations, relativement aux degrés où ces notions sont actuellement enseignées.

Ces perspectives d'avenir peuvent sembler exagérées à certains, mais on devra quand même convenir de la nécessité qu'il y a de repenser la pédagogie de la mathématique, en fonction des dimensions nouvelles que ne manquera pas d'ajouter l'avènement des calculatrices dans l'enseignement primaire.

ANNEXE I

La calculatrice dans les examens et les tests

Doit-on ou non autoriser l'utilisation de la calculatrice dans un examen ou un test? Il semble bien qu'il n'y ait pas d'objection de principe à le faire et qu'on pourrait même en tirer certains avantages. L'utilisation de la calculatrice dans un examen ou un test peut même améliorer la signification des résultats. Par exemple, une simple erreur de calcul, dans une épreuve à choix multiples, peut fort bien fausser un résultat si la question avait pour but de vérifier l'habileté à trouver une démarche de résolution de problèmes. De plus, l'usage d'une calculatrice permet à l'élève de concentrer toute son attention sur l'analyse de la situation — problème au lieu de la disperser sur des calculs.

Cette utilisation cependant ne devrait être permise que si:

— tous les élèves savent se servir d'une calculatrice; un élève qui utiliserait cette machine pour la première fois, lors d'un examen ou d'un test risquerait de perdre beaucoup de temps et de commettre encore plus d'erreurs que s'il ne l'utilisait pas.

— les épreuves (en tout ou en partie) ne portent pas sur l'évaluation des habiletés de l'élève en calcul écrit; cette épreuve perdrait alors une grande partie de sa valeur.

— **tous** les élèves ont une calculatrice à leur disposition lors de l'examen ou du test. Autrement, l'examen ne rendrait pas justice à tout le monde et l'évaluation de cet examen en serait faussée.

La décision d'autoriser ou non l'utilisation de la calculatrice revient à la personne ou à l'institution qui propose l'épreuve aux élèves.

ANNEXE II

Fonctionnement de divers modèles de calculatrices

Il s'agit ici évidemment de calculatrices non scientifiques et non programmables, étant donné le niveau où se situent les élèves avec qui on veut utiliser ces appareils. De plus, les calculatrices présentent souvent des caractéristiques fort différentes; elles ne fonctionnent pas toutes de la même manière et ne possèdent pas toujours les mêmes touches[1].

A.2.1 Comment afficher et effacer un nombre

Pour afficher un nombre, il s'agit tout simplement d'appuyer sur les touches appropriées. Ainsi, pour obtenir 632 au tableau d'affichage, il suffit de presser successivement les touches [6] [3] [2]. Par contre, pour effacer un nombre de ce tableau, on n'a qu'à appuyer sur la touche identifiée par [CE] [O] [C] ou [C/CE]. Le nombre disparaît alors de l'affichage pour être remplacé par le nombre « 0 ».

Ex. 32 + 29 = ?

Touches utilisées	Affichage
[3] [2]	32
[+]	32
[2] [8]	28
[CE]	0
[2] [9]	29
[=]	61

Ceux qui doivent utiliser la touche [C/CE] auront soin de n'appuyer qu'une seule fois sur la touche car à la deuxième pression, on obtient l'effaçage complet de l'opération en cours.

L'utilisation des touches [C] ou [CLR] efface non seulement le nombre que l'on vient d'afficher mais également tous les nombres précédents et tous les calculs en cours sauf les nombres en mémoire. Il en est de même lorsqu'on appuie deux fois sur la touche [C/CE].

A.2.2 Comment effectuer des opérations

Pour effectuer une opération, il s'agit simplement d'afficher le premier nombre, d'appuyer sur la touche d'opération appropriée (le premier nombre reste alors affiché), d'afficher ensuite le deuxième nombre sur lequel on veut opérer et d'appuyer enfin sur la touche [=] pour obtenir la réponse.

1er cas : avec deux nombres
Ex. 829 − 638 = ?

Touches utilisées	Affichage
[8] [2] [9]	829
[−]	829
[6] [3] [8]	638
[=]	191 (rép.)

2e cas : avec plus de deux nombres
Ex. 748 + 345 + 78 + 1241 = ?

Touches utilisées	Affichage
[7] [4] [8]	748
[+]	748 *
[3] [4] [5]	345
[+]	1093 *
[7] [8]	78
[+]	1171 *
[1] [2] [4] [1]	1241
[=]	2412 **

* À noter qu'à chaque fois qu'on appuie sur la touche [+], on obtient la somme des deux derniers nombres affichés.

** Il n'est pas nécessaire d'appuyer sur la touche [=] à chaque fois qu'on ajoute un nom-

1. *À moins d'être bien familier avec le fonctionnement des calculatrices, il est vivement recommandé de bien étudier le livret d'instructions de l'appareil avant de s'en servir. Les descriptions faites dans cette annexe des touches et du fonctionnement d'une calculatrice ne conviennent pas nécessairement à tous les appareils.*

bre à une somme partielle, il suffit de le faire une fois à la fin.

A.2.3 Constante automatique

Sous cette rubrique on retrouve deux types de fonctions souvent utilisées dans des calculatrices simples. Mais malheureusement pour les non-initiés, les modes d'emploi pour ces fonctions varient beaucoup d'un appareil à l'autre. Elles peuvent même être partiellement ou complètement absentes de certains d'entre eux. Tout dépend de leurs caractéristiques particulières. Il faudra donc pour connaître ces caractéristiques avoir recours aux feuillets d'instructions qui accompagnent chacun de ces appareils.

Il n'est donc pas assuré de retrouver sur sa calculatrice tous et chacun des modes d'utilisation expliqués ici.

A.2.3.1

Avec certains appareils on peut répéter une opération par un usage également répété soit de la touche d'opération soit de la touche [=]

Ex. 1 : 28 − 5 − 5 − 5 − 5 =

Touches utilisées	Affichage	Touches utilisées	Affichage
[2] [8]	28	[2] [8]	28
[−]	28	[−]	28
[5]	5	[5]	5
[−]	23	[=]	23
[−]	18	[=]	18
[−]	13	[=]	13
[−]	8	[=]	8

Ex. 2 : 2⁵

Touches utilisées	Affichage	Touches utilisées	Affichage
[2]	2	[2]	2
[×]	2	[×]	2
[×]	4	[=]	4
[×]	8	[=]	8
[×]	16	[=]	16
[×]	32	[=]	32

Certains appareils peuvent fort bien présenter d'autres caractéristiques différentes[1].

A.2.3.2 - Machines à fonction - (constante automatique)

On peut se servir de la calculatrice comme « machine à fonction » de la manière suivante :

2, 3, 4, ... → [×] [8] [=] → 16, 24, 32, ...

Ex. 1 : 8 × 2 = 16
8 × 3 = 24
8 × 4 = 32

1. Consulter les manuels d'instructions.

Touches utilisées	Rép. (affichage)
[8] [×] [2] [=]	16
[3] [=]	24
[4] [=]	32

Il suffit à partir d'ici d'introduire un nombre et d'appuyer sur la touche [=] pour que la machine multiplie par 8.

Avec certains types de calculatrices, pour obtenir les mêmes résultats, il faut procéder à l'inverse: [ ] × 8, autrement, on obtiendrait des résultats semblables à ceux-ci:

Touches utilisées	Rép. (affichage)
6 × 2 [ ]	16
3 [ ]	6
4 [ ]	8

b) Ex. 2: 8 × 7 = 15
8 × 17 = 25
8 × 27 = 35

Selon le type de machine qu'on utilise pour ces opérations on obtiendrait des résultats différents:

I			II	
Touches utilisées		Rép. (affichage)	Touches utilisées	Rép. (affichage)
6 × 7 =		15	6 × 7 =	15
1 × 7 =		25	1 7 =	24
2 7 =		35	2 7 =	34

A.2.4 Chaines d'opérations

Effectuer, dans l'ordre, une série d'opérations ne comportant que des multiplications ou des divisions, ne pose pas de problèmes. Il en est de même pour une série d'opérations ne comportant que des additions et des soustractions. Mais la situation n'est plus du tout la même si l'on introduit dans la chaine d'opérations, des additions ou des soustractions avec des multiplications ou des divisions (opérations mixtes). On doit alors tenir compte de la priorité des opérations.

Ainsi on peut effectuer dans *l'ordre* et sans difficulté des chaines comme celles-ci:

20 3 × 7 12 ÷ 6
ou 48 8 × 2 4 × 5 3

Mais on ne peut en faire autant dans les exemples suivants:

A. 1 24 12 6 (rép. 22)
2 10 × 20 ÷ 6 × 2 (rép. 42)

Ces exemples doivent absolument se résoudre comme suit:

B. 1 24 (12 6)
2 10 × 20 ÷ (6 × 2)

Cependant, il existe certains modèles de calculatrice qui tiennent compte de la priorité des opérations et qui donnent les réponses désirées même si on effectue ces opérations dans l'ordre indiqué en A'. On peut également recourir à la mémoire de la calculatrice pour effectuer ces opérations (Voir la présente Annexe, en A.2.7).

A.2.5 Caractéristiques d'affichage[1]

Pour la plupart des calculatrices, l'affichage ne dépasse pas 8 chiffres. Bien sûr, dans la pratique, certaines données ou résultats dépassent

1. Consulter les manuels d'instruction.

souvent cette limite, que ce soit au niveau de la partie entière du nombre ou de sa partie décimale.

Les chiffres qui apparaissent alors à l'affichage présentent un nombre parfois *arrondi*

8 745.893 87 ——→ 8 745.893 9

ou parfois *tronqué*

8 745.893 87 ——→ 8 745.893 8

Enfin, lorsque la machine est incapable d'effectuer l'opération demandée, elle affiche un signal d'erreur : lettre E, clignotement lumineux ou autre signe. C'est ce qui arrive par exemple, si on demande à la machine de diviser un nombre par 0 : le signal d'erreur apparaît.

A.2.6 Changement de signe

Pour inscrire un nombre négatif au tableau d'affichage, il suffit de presser la touche [+/-] [CHS] ou [+/-] après inscription des chiffres qui composent ce nombre.

Exemple : Pour obtenir le nombre −45 on suivra la démarche suivante :

Touches utilisées	affichage
4 5	45
+/-	45

A.2.7 Utilisation de la mémoire

De plus en plus, sur le clavier des calculatrices on retrouve des touches de mémoire cumulative telles que [M+], [M−], [M×] ou [M÷]. Avec ces touches de mémoire, on peut effectuer des opérations séparées et utiliser l'un ou l'autre des résultats obtenus sans avoir à les écrire ou à les retenir par coeur. Pour effacer le contenu d'une mémoire cumulative, il suffit alors d'appuyer sur la touche [CM] (ou [0] [M]).

Exemple 1

Touches utilisées	Affichage
1 3	13
M+	13
CE	0
4	4
M+	4
CE	0
RM	17
CM	0
RM	0

Exemple 2

Touches utilisées	Affichage
1 3	13
M+	13
CE	0
4	4
M+	4
CE	0
RM	9
CM	0
RM	0

Cependant, les calculatrices ne présentent pas toutes les mêmes caractéristiques à cet égard. On rencontre parfois sur les calculatrices, les touches [M] (ou [STO]) qui utilisent une mémoire non cumulative. Ainsi, par exemple, si 13 est inscrit dans le registre de la mémoire et qu'on presse les touches [4] et [M], c'est le 4 qui est maintenant inscrit au registre de la mémoire. On peut le vérifier en appuyant sur la touche de rappel de la mémoire [RM]. Pour effacer le contenu d'une mémoire non cumulative, il suffit de presser les touches [0] et [M].

Exemple 3 : Utilisation d'une mémoire non cumulative

Touches utilisées	Affichage
1 3	13
M	13
CE	0
RM	13
CE	0
4	4
M	4
CE	0
RM	4
0	0
M	0
RM	0

Exemple 4: Utilisation de la mémoire dans un calcul

10 + 20 × (6 − 2)

a) mémoire cumulative

Touches utilisées	Affichage
1 0	10
×	10
2 0	20
−	30
M+	30
6	6
×	6
2	2
=	12
M+	12
RM	42

b) mémoire non cumulative

Touches utilisées	Affichage
1 0	10
×	10
2 0	20
−	30
M	30
6	6
×	6
2	2
=	12
+	12
RM	30
=	42

A.2.8 Choix des modèles à utiliser[1]

Il existe une très grande variété de modèles de calculatrices qui vont des plus simples (dix chiffres, marque de cadrage décimal, signes +, −, ×, ÷, quatre opérations et deux touches d'effacement C et CE) aux plus complexes.

A la rigueur, au primaire, on pourrait peut-être se contenter des calculettes ou calculatrices simples décrites dans le paragraphe précédent. Cependant, dans le but de favoriser certains enrichissements, approfondissements ou explications, la présence d'autres touches de fonctions est vivement souhaitable sinon indispensable. Il s'agit des touches de mémoire RM, M (ou M+ et CM), de la touche +/− pour les nombres négatifs et des touches √ et %.

De plus, ces appareils doivent être suffisamment solides pour résister convenablement aux chocs. Ils devront posséder des touches qui ne soient pas trop sensibles ni trop rapprochées.

L'utilisation de la calculatrice en classe pose un problème sérieux, celui de l'alimentation en énergie électrique, surtout dans les modèles conventionnels. Par ailleurs, l'introduction récente de certains types d'appareils à « cristal liquide » demande beaucoup moins d'énergie.

On en arrive même à utiliser des piles d'une durée de 2 500 heures[2] et plus. En outre, le fait que certains de ces appareils s'éteignent automatiquement après un certain temps de non emploi contribue à prolonger la durée des piles. Evidemment, on peut toujours se brancher, à l'aide de transformateurs, sur le courant du secteur mais l'encombrement des fils qui en résulte ne va pas sans causer quelque inconvénient.

1. Voir la bibliographie, nos 3, 6, 14 et 15.
2. Il existe depuis peu des calculatrices à pile solaire.

Bibliographie

Pour les ouvrages qui suivent, si le document est d'ordre théorique (rapport de recherches, considérations didactiques, etc.) on place un « T » dans la marge à gauche de l'ouvrage cité et si le document est d'ordre pratique, on y place un « P ».

(T) 1. A.P.M.E.P. *Calculatrices quatre opérations* (Élémentaire, Premier Cycle) Numéro 31, décembre 1979, Paris.

(T) 2. ASSOCIATION DES PROMOTEURS DE L'AVANCEMENT DES MATHÉMATIQUES À L'ÉLÉMENTAIRE (APAME). *La Calculatrice*. Service APAME, 1974-77. 51 p. et annexes.

(T) 3. BÉLISLE, Jean-G. *Le choix d'une calculatrice (niveaux primaire et secondaire)*. Instantanés mathématiques (APAME), mars 1980. p. 33-37.

(T) 4. BERTRAND, Richard G. « *Classmate 88* » : *Évaluation des gains d'apprentissage d'une calculatrice autocorrectrice*. I.N.R.S. — Éducation, Québec, juin 1978. (Document R-129).

(T) 5. BERTRAND, Richard G. *Évaluation de la calculatrice autocorrectrice « Classmate 88 »*. I.N.R.S. — Éducation, Québec, mars 1977. (Document D-045).

(T) 6. BURT, B. *Calculators Reading from the Arithmetic Teacher and the Mathematics Teacher*. National Council of Teachers of Mathematics, 1979, Reston, Pa.

(P) 7. CARON, René. « *Un nouveau matériel didactique* » : Instantanés mathématiques (APAME), Volume 13, Bulletins 1, 2, 3, 4, 5, 1976-1977.

(T) 8. FÉDÉRATION QUÉBÉCOISE DU LOISIR SCIENTIFIQUE (F.Q.L.S.). *Les calculatrices de poche*. Décembre 1976.

(T) 9. FRÉCHETTE, Michel. *L'effet de l'utilisation de la calculatrice sur les apprentissages en mathématiques en cinquième année*. U.Q.A.M. Sciences de l'éducation, Montréal, août 1980. Mémoire de maîtrise. 91 p.

(PT) 10. GAULIN, MURA Roberta. *Trousse de sensibilisation des enseignants du niveau primaire à l'utilisation de calculatrices de poche à des fins pédagogiques*. Université Laval, Faculté des sciences de l'éducation, 1978. Fiche d'information (4 pages), Fiches de travail 0 à 10 (27 pages), Fiche d'information B (7 pages), Fiche d'information C (11 pages). Distribué par l'APAME.

(PT) 11. GUILLET, Nadia. *Calculatrices de poche*. MATH-ÉCOLE no. 93, 19e année, mai 1980, Genève, p. 14-28.

(T) 12. NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. *An agenda for action*. Recommendations for School Mathematics of the 1980's.

(T) 13. N.C.T.M. *Recommandations pour l'enseignement des mathématiques dans les années 80*. Traduction partielle de l'ouvrage précédent. Publié dans le *Bulletin de liaison du G.R.M.S.* No 32, juin 1980, p. 8-31.

(P) 14. RADE, Lemard; KAUFMAN, Burt A. *Aventures avec votre calculateur*. Adaptation de Maurice Glayman, Cédic, H.M.H.

(T) 15. SUBTIL, Paul. *Les Calculatrices*. Bulletin A.P.M.E.P., Paris, février 1980, p. 73-81.

(T) 16. SUYDAM, Marilyn N. Calculators: *A categorized Compilation of References*. ERIC/SMEAC, Ohio State University, Columbus Ohio, 1979.

(T) 17. SUYDAM, Marilyn N. *International Calculator Review*. ERIC/SMEAC, Ohio State University, Columbus Ohio, 1980.

(T) 18 SUYDAM, Marilyn N. *Introduction to Research on Hand-Held Calculators, K-12*. Calculation Information Center, Bulletin 9, août 1977.

(T) 19 SUYDAM, Marilyn N. *The Use of Calculators in Pre-College Education. A State-of-the-Art Review*. Calculator Information Center, mai 1979.

(P) 20 VERVOORT, Gerardus. *La calculatrice de poche. Activités 1*. Traduit par Jean Saumier, Beauchemin, 1978.

Gouvernement du Québec
Ministère
de l'Éducation

16-2300-08
0009-1365